STUDIEN AN LABURNUM ADAMI

MIT 21 FIGUREN IM TEXT

HABILITATIONSSCHRIFT

DURCH WELCHE MIT GENEHMIGUNG DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT LEIPZIG ZU SEINER

SONNABEND, DEN 8. JULI 12–1 UHR MITTAGS, IM HÖRSAALE DES BOTANISCHEN INSTITUTS, LINNÉSTR. 1

STATTFINDENDEN PROBEVORLESUNG ÜBER

SYMBIOSEN IM PFLANZENREICHE

GANZ ERGEBENST EINLADET

DR. PHIL. JOHANNES BUDER.

ACAD. LAND. BAU BIBL.

SONDERABDRUCK AUS DER
ZEITSCHRIFT FÜR INDUKTIVE ABSTAMMUNGS- UND VERERBUNGSLEHRE
1911 BD. V. HEFT 4.

VERLAG VON GEBR. BORNTRÄGER BERLIN W. 35

Überreicht von dem Verfasser

Sonderabdruck aus

Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre

1911 Bd. V Heft 4.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

JOHANNES BUDER:

Studien an *Laburnum Adami.*

Studien an *Laburnum Adami.*

II. Allgemeine anatomische Analyse des Mischlings und seiner Stammpflanzen.

ACAD. LUGDBAT. BIBL.

Von **Johannes Buder** (Leipzig).

Mit 21 Textfiguren.

Einleitung.

In meiner ersten Mitteilung über den Gegenstand[1]) habe ich auf Grund des übereinstimmenden Verhaltens heterogener, anatomischer Merkmale den Beweis geführt, daß der merkwürdige Mischling, der so lange dem Bemühen, das Rätsel seines Wesens zu lösen, trotzte, eine Periklinalchimäre im Sinne BAURs sei. Bereits die in diesem Aufsatze näher erörterten Eigenschaftskomplexe zeigten, daß die Epidermis und ausschließlich diese, die Charaktere von *Cytisus purpureus* aufweist, während das übrige Gewebe mit *Laburnum vulgare* übereinstimmt. Für den Schluß auf das Wesen der Pflanze konnte natürlich ein Merkmal, wie z. B. die Verteilung der Haare, allein nicht ausreichen; denn ähnliche Verhältnisse wären auch für eine sexuell oder auf irgend eine andere Weise zustande gekommene Zwischenform denkbar. Daß aber die auffällige Verteilung der Farbstoffe, die gleich eine ganze Gruppe von Einzelcharakteren darstellen, mit der Ausbildung des Haarkleides harmonierte, machte jede andere Erklärung höchst unwahrscheinlich. Dazu kamen noch eine Reihe weiterer Eigentümlichkeiten, auf die ich zunächst nur andeutungsweise einging.

Auch aus den Beobachtungen der älteren Autoren kann man vieles entnehmen, was zugunsten unserer Auffassung der Pflanze

[1]) J. BUDER. Studien an *Laburnum Adami* I. Die Verteilung der Farbstoffe in den Blütenblättern. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 1910, Bd. 28, p. 188. — Ich folge in der Benennung der drei Pflanzen der jetzt üblichen Nomenklatur: *Laburnum vulgare* Griseb. (= *Cytisus Laburnum* L.), *Cytisus purpureus* Scop, *Laburnum Adami* Kirchn., (= *Cytisus Adami* Poit.), habe aber in den Zitaten der älteren Autoren die Namen nicht geändert.

spricht; anderseits finden sich aber auch Angaben, die, wenn sie sich bestätigen ließen, nur äußerst schwierig mit ihr in Einklang zu bringen wären, so daß man sich jedenfalls aus dem bloßen Studium der Literatur kein klares Bild von dem Aufbau der Pflanze machen konnte. Der erste, der einen genaueren Bericht über die Anatomie des Mischlings und seiner Stammpflanzen lieferte, MACFARLANE[1]), kam allerdings zu Resultaten, die im ganzen mit der BAURschen Theorie harmonieren[2]). Wenn auch seine Beobachtungen noch in vieler Beziehunng der Ergänzung bedürftig sind, so kann man aus ihnen doch immerhin entnehmen, daß die Epidermis des Mischlings eine große Ähnlichkeit mit der von *Cytisus purpureus* aufweist. Wie bereits mehrfach zitiert, macht er ausdrücklich auf diesen Umstand aufmerksam, hat aber den richtigen Schluß daraus nicht gezogen. Wie er sich das Wesen und Zustandekommen des „Pfropfbastardes" denkt, ist jedoch nicht ohne Interesse und geht aus folgenden Sätzen hervor[3]): "Thus, if the grafter, in preparing the stock and shield, cut in half a vegetative bud along the margin of each where future union was to be effected, not only would the shield graft produce pure shoots from pure buds over its surface, but if union of the cellular tissue of each half bud of stock and graft respectively was accomplished, the product would be a composite bud, one side of which would ultimately form branches of *C. Laburnum*, the other of *C. purpureus*; but along the junction surfaces union of protoplasm, of nuclear threads and of chromatic substance might be effected so intimately, that a hybrid tissue growth would ensue, showing admixture of structures characteristic of both parents. We are compelled to assume that a union of nuclei has taken place in view of the important *rôle* played by the nucleus in cell life, and also by the close resemblance which the flowers of *C. Adami* have to those of a seed hybrid, which have thus resulted."

MACFARLANE hält also die Verschmelzung von Plasma und Kernen, wie später auch NOLL u. a., zur Bildung von Pfropfmischlingen für notwendig. Im übrigen könnte man auch heute seinen speziellen Ausführungen nicht mit Sicherheit entnehmen, wie der periklinale Aufbau der Pflanze zu denken ist, ob eventuell außer

---

[1]) J. M. MACFARLANE. A comparison of the minute structure of plant hybrids with that of their parents. Transact. Roy. Soc. of Edinburgh 1895. Vol. XXXVII p. 259ff.

[2]) Doch bieten auch einige seiner Angaben, z. B. bezüglich der Blüten, die sich ganz wie die sexueller Bastarde verhalten sollen, der Theorie Schwierigkeiten.

[3]) A. a. O. p. 269.

der Epidermis auch noch die subepidermale Schicht des Vegetationskegels der *Purpureus*-Komponente angehörte[1]). Auf seine Detailangaben wird in den folgenden Abschnitten noch zurückgekommen werden.

Der Bericht, den ein zweiter Bearbeiter, FUCHS[2]), über die Anatomie der Pflanze liefert, lautet dagegen viel weniger günstig für ihre Deutung als Periklinalchimäre, scheint ihr sogar teilweise glatt zu widersprechen. Dies gilt z. B., wenn Verf. sagt[3]): „Die Markstrahlen des jungen und älteren Holzes, welche bei *Cytisus Laburnum* und *C. purpureus* sehr verschieden gebaut sind, zeigen bei *C. Adami* sowohl hinsichtlich der Zahl und Anordnung, als auch der Dimensionen eine genaue Mittelstellung." Oder: „Die beiden seitlichen Gefäßbündel (des Blattstieles) erinnern mehr an jene von *Cytisus purpureus* als die von *C. Laburnum*." Oder: „In der Ausbildung einer typischen Gefäßbündelscheide ähnelt das Blatt von *C. Adami* dem von *C. purpureus*."

Eine dritte Untersuchung ist von LAUBERT[4]) angestellt worden, der eine ziemlich detaillierte, von zahlreichen Maßangaben begleitete Schilderung gibt. Sie erstreckt sich aber in der Hauptsache nur auf die Holzanatomie von *L. Adami* und *C. purpureus*, während *L. vulgare* nicht näher berücksichtigt wird.

Schließlich dürfen in dieser orientierenden Übersicht nicht die Ausführungen NOLLs vergessen werden, der zuletzt den anatomischen Bau der damals bekannten „Pfropfbastarde", gestützt auf die genannten Autoren und eigene Untersuchungen, im Zusammenhange diskutiert hat[5]). Sie sind deshalb von großem Interesse, weil in ihnen sich die Gesamtheit der vorliegenden Angaben zu dem Resultate verdichtete, die sogenannten „Pfropfhybriden" verhielten sich histologisch ebenso intermediär wie morphologisch, eine Anschauung, die getragen von der Autorität des in diesen Fragen durchaus kompetenten Forschers nunmehr zur „allgemeinen Meinung" der Botaniker wurde. Unter der Bezeichnung „intermediär" kann man freilich Dinge zusammenfassen,

---

[1]) Selbst wenn man also die widersprechenden sonstigen Angaben der Literatur unbeachtet lassen wollte, wäre die Frage nach der Natur des *L. Adami* durch einen flüchtigen generellen Hinweis auf diesen Autor keineswegs erledigt.

[2]) C. A. FUCHS. Untersuchungen über *Cytisus Adami*. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem. naturw. Cl., Bd. CVII, p. 1273ff.

[3]) A. a. O. p. 1283 u. 1285.

[4]) R. LAUBERT. Anatomische u. morphologische Studien am Bastard *Laburnum Adami*. Beihefte z. Bot. Zentralbl., Bd. X, 1901, p. 144.

[5]) NOLL. I. Die Pfropfbastarde von Bronvaux. Sitzungsber. d. Niederrh. Ges. für Natur- u. Heilk., Jahrgang 1902, S. A. 20. II. Neue Beobachtungen an *Laburnum Adami*. Sitzungsber. d. Niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilk., Jahrg. 1907.

die unter sich ganz verschieden sind, je nachdem, worauf man dies Prädikat bezieht. Zeigt die Epidermis Charaktere der einen Stammform, also z. B. in unserem Falle den roten Farbstoff von *C. purpureus*, der Restkomplex die der andern, in unserem Falle die gelben Chromatophoren und das charakteristische Saftmal von *L. vulgare*, so kann man die Blüte in ihrem anatomischen Gesamtverhalten sehr wohl als „intermediär" bezeichnen. Einen ganz anderen Sinn dagegen erhält dies Wort, wenn wir damit Verhältnisse charakterisieren wollen, wie sie z. B. nach meinen Befunden[1]) bei *Ribes Gordonianum* vorliegen, in dessen Blüten die roten und gelben Farbstoffe der Eltern in einer Zelle vereint sind. Die Mehrdeutigkeit dieser Bezeichnung mag viel zur Verschleierung des Tatbestandes beigetragen haben. Auf ihr Konto ist auch die Behauptung NOLLs zu setzen: „Wie die Bastarde von Bronvaux, so unterscheidet sich auch *L. Adami* biologisch (physiologisch und histologisch) nicht grundsätzlich von sexuellen Bastarden . . ."[2]).

Jedenfalls mußte unter diesen Umständen die von mir beschriebene, überaus distinkte und in die Augen fallende Trennung der Charaktere, die an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig ließen, überraschen und an der vollen Richtigkeit der summarischen Angaben NOLLs und der zitierten Sätze von FUCHS auffordern; dies um so mehr, als meine Befunde — hinsichtlich der Blüten freilich prinzipiell abweichend von MACFARLANEs "close resemblance which the flowers of *C. Adami* have to those of a seed hybrid" — sich im übrigen mit seinen Beobachtungen deckten und gegenseitig bestätigten. Damit konnte es wohl als erwiesen gelten, daß *L. Adami* eine Periklinalchimäre sei.

Für das weitere Studium der Pflanze ergab sich nun eine doppelte Aufgabe. Zunächst mußte der histologische Bau, nach allen bisherigen Erfahrungen das beste und zuverlässigste Kriterium für das Wesen der Pfropfbastarde, einer erneuten Analyse unterzogen werden. Dabei waren die noch vorhandenen Widersprüche der älteren Angaben unter sich und zur Theorie aufzuklären, womöglich neue, wesentliche Charakteristika der einzelnen Gewebe namhaft zu machen und auf Einflüsse zu achten, die vielleicht bei einer so engen Symbiose zu erwarten waren und auf deren Vorhandensein bereits einzelne, ältere Beobachtungen hinzudeuten schienen. Zweitens waren die anatomischen und experimentellen Bedingungen für das Auftreten totaler und partieller Rückschläge von dem neuen Gesichtspunkte aus noch weiter

[1]) BUDER, a. a. O. p. 191.

[2]) A. a. O. p. 51 (p. 31 des Separatums).

zu präzisieren, als dies bisher geschehen, und schließlich die Synthese einer Periklinalchimäre aus den Komponenten von *L. Adami* aufs neue zu versuchen.

Die folgenden Abschnitte berichten über die bisherigen Resultate. Sie beziehen sich in der Hauptsache auf die erste Aufgabe. Den Versuchen der Lösung der zweiten näher zu kommen, setzte, nachdem es gelungen war, *Laburnum vulgare*-Rückschläge willkürlich hervorzubringen, die vorrückende Jahreszeit ein vorläufiges Ziel. Sie sollen in der kommenden Vegetationsperiode fortgesetzt werden. Auch einige Fragen anatomischer Natur, die mir erst im Laufe des Winters aufstiegen, muß ich einstweilen noch unentschieden lassen und behalte mir Mitteilungen darüber vor.

Allgemeine Eigenschaften der Zellen.

Protoplasma.

Das „ungeformte" Protoplasma unserer Objekte weist nach meinen Beobachtungen keine für eine gegenseitige Unterscheidung verwertbaren, charakteristischen Eigentümlichkeiten in morphologischer Hinsicht (Struktur, Verteilung, Masse) auf, weder in den embryonalen, plasmareichen noch in den erwachsenen, nur mit zartem Wandbeleg versehenen Zellen älterer Organe. Von einer Beschreibung kann füglich abgesehen werden. Von einigem Interesse dagegen ist das Vorhandensein von Plasmaverbindungen, die sich mit den üblichen, einfacheren Mitteln sichtbar machen lassen. Ich suchte sie zunächst in dem Rindenparenchym jüngerer Zweige, wo sie ja als relativ leicht nachweisbar auch für andere Objekte bekannt sind. Zur Beobachtung gelangten von allen drei Pflanzen Quer- und radiale Längsschnitte. Sie wurden im November von jungen Ruten gewonnen, die sich zum Austreiben seit einiger Zeit im Gewächshause befanden. Die Schnitte wurden etwa 10—15 Minuten mit Jodjodkalilösung, der einige Tropfen Chlorzinkjod zugefügt waren, fixiert. Schon durch vorsichtiges Zufließenlassen von Schwefelsäure zu den unter dem Deckglase in Wasser liegenden Objekten konnten die Plasmodermen nach eingetretener Quellung der Wandschichten als zarte, bisweilen leicht granulierte, tiefbraune Fäden sichtbar gemacht werden, die die Schließhäute der Tüpfel bündelweise durchsetzten. Viel regelmäßiger und schöner traten sie zutage, wenn die Schnitte mit Pyoktanninschwefelsäure behandelt wurden. Es erwies sich dabei als zweckmäßig, sehr dunkel zu färben und die Schnitte nach kurzem Aufenthalte in Wasser in Glyzerin zu

untersuchen. Der Nachweis der Plasmodesmen zwischen den einzelnen Zellen der Rinde wäre bei *L. vulgare* und *C. purpureus* an sich kaum von höherem Interesse, da an ihrem Vorhandensein von vornherein nicht gezweifelt werden konnte. Von wesentlicher Bedeutung dagegen ist, daß sie in gleicher Weise in den Geweben von *L. Adami* gefunden wurden. Sie verbinden hier die Rindenparenchymzellen untereinander ebenso wie die Protoplasten der subepidermalen Schicht mit denen der Epidermis. In letztgenanntem Falle unterscheiden sie sich nicht wesentlich von denen des Rindenparenchyms und durchsetzen wie hier die Schließhäute der vorhandenen Tüpfel, während

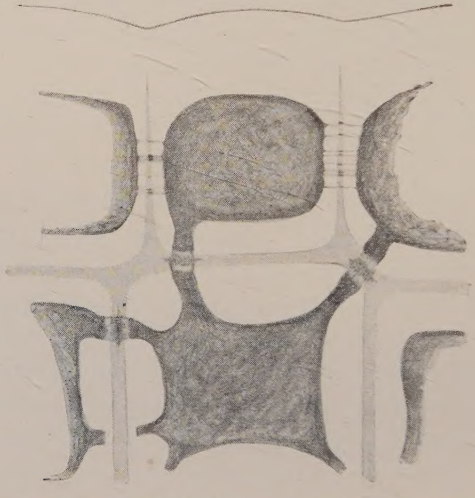


Fig. 1. Plasmodesmen zwischen der Epidermis und den darunter liegenden Zellen von *L. Adami*. Querschnitt durch jungen Zweig. Vergr. ca. 900 : 1.

die Radialwände der Epidermiszellen, frei von größeren Tüpfeln, meist unmittelbar von zarten Fäden durchzogen werden, die bald spärlicher sichtbar sind, bald sich in größerer Menge zusammendrängen. Diese Verhältnisse sind in Figur 1 wiedergegeben, die einige Zellen der Epidermis und der subepidermalen, schwach kollenchymatisch verdickten Schicht eines Querschnittes durch *L. Adami* darstellt. Der Schnitt stammte aus einem, an dieser Stelle noch von jeder Peridermbildung freien Sprosse, dessen Epidermis, wie später noch im einzelnen zu erörtern sein wird, auch hier typische *Purpureus*-Charaktere besitzt, dessen übrige Zellen, somit auch die subepidermale Schicht, zu *L. vulgare* gehören. Die Plasmafäden verbinden also „artfremde" Protoplasten. Hier sei zunächst nur das Faktum mitgeteilt. Auf seine theoretische Bedeutung wird später zurückgekommen werden.

Das Protoplasma zweier verschiedener Organismen, wie es *L. vulgare* und *C. purpureus* sind, muß sich in seiner Gesamtheit, als Träger der differenten morphotischen Eigentümlichkeiten und physiologischen Funktionen durch seine chemische Beschaffenheit unterscheiden. Leider besitzen wir aber kein Mittel, um diese Unterschiede etwa durch die Reaktionen der spezifischen Eiweißkörper so sinnenfällig zu machen, daß sie sich unter dem Mikroskope, innerhalb der Gewebe von *L. Adami* nachweisen ließen. Allerdings sind die Versuche von W. MAGNUS und FRIEDENTHAL[1]), die für andere Organismen schon länger bekannte Präzipitinreaktion auch auf höhere Pflanzen anzuwenden, von Erfolg gewesen. Es lag aber nicht im Rahmen meiner Arbeit, mit Hilfe dieser Methoden den Nachweis der Identität der *Adami*-Epidermis mit *C. purpureus* einerseits, des *Adami*-Kernes mit *L. vulgare* anderseits zu versuchen. Theoretisch müßte sie wohl zum Ziele führen, praktisch dürfte sie aber, wenigstens in der sauberen Lostrennung einer hinreichenden Menge von *Adami*-Epidermis, einige Schwierigkeit finden. Meine Darlegungen in den folgenden Abschnitten werden zudem zeigen, daß teils die geformten Teile des Plasmas, teils andere bereits in lebenden Zellen zu beobachtende oder mikrochemisch leicht zu konstatierende Inhaltskörper, sowie schließlich Enzyme den gesuchten Nachweis leicht und sicher gestatten.

Kerne.

Die Anerkennung der *Solanum*-Bastarde als Periklinalchimären erfolgte nach WINKLERs vorläufiger Mitteilung[2]) darüber auf Grund der Chromosomenzahlen in den Vegetationskegeln. Der große Unterschied, der in dieser Hinsicht zwischen den beiden Stammarten besteht, läßt WINKLERs Versuchspflanzen auch von diesem Gesichtspunkte aus als äußerst glücklich gewählt erscheinen. Für *L. Adami* liegen die Verhältnisse weit ungünstiger. STRASBURGER[3]) hat den Mischling und seine Komponenten bereits einer wiederholten zytologischen Untersuchung unterzogen. Es handelte sich damals um die Entscheidung der

[1]) W. MAGNUS und H. FRIEDENTHAL. Ein experimenteller Nachweis natürlicher Verwandtschaft bei Pflanzen. Ber. d. Bot. Ges. 1906, Bd. 24, p. 601. II. Über die Spezifizität der Verwandtschaftsreaktion der Pflanzen. Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 1907, Bd. 25, p. 242.

[2]) H. WINKLER. Über das Wesen der Propfbastarde. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1910, Bd. 28, p. 116.

[3]) STRASBURGER. I. Typische und allotypische Kernteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. 1906, Bd. 42, S. 1. II. Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybridenfrage. Jahrb. f. wiss. Bot. 1907, Bd. 44, p. 482.

Frage, ob unsere Pflanze nach der besonders von NOLL[1]) diskutierten Theorie zustande gekommen sein könnte. Hiernach hätte man sich vorzustellen, daß in dem Wundkallus der Pfropfstelle ein Zellkern in eine benachbarte artfremde Zelle übergewandert und diese der Ausgangspunkt für eine neue Knospe geworden sei. Dann möchten die Zellen des Pfropfbastardes entweder zwei Kerne oder als ihr Verschmelzungsprodukt einen größeren enthalten, dessen Chromosomenzahl der Summe der in den beteiligten Kernen vorhandenen gleichkäme. Schließlich war es auch denkbar, daß der so entstandene tetraploide Kern durch einen der Reduktionsteilung gleichen oder vergleichbaren Vorgang seine Chromosomenzahl herabgesetzt hätte. Dann wäre in den Kernen des „Bastards" die Zahl der Chromosomen zunächst als das arithmetische Mittel der beteiligten zu erwarten, ein Verhalten, das WINKLER neuerdings für die Sexualzellen von *Solanum Darwinianum* angibt.

Wurden STRASBURGERs Untersuchungen nun in erster Linie zur Entscheidung dieser Fragen angestellt und nicht speziell auf eine etwa vorhandene Verschiedenheit der Kerne in den periklinalen Schichten gerichtet, so wäre sie ihm vermutlich doch kaum entgangen, wenn sie in den untersuchten Vegetationskegeln mit hinreichender Deutlichkeit vorläge. Seinen Ausführungen läßt sich für die uns interessierende Frage folgendes entnehmen: Die Chromosomenzahl ist bei allen drei Pflanzen vermutlich die gleiche und beträgt für die diploiden Kerne 48. Die Größe der Kerne ist in den untersuchten Geweben des Sproßscheitels der Pflanzen annähernd übereinstimmend. Das gleiche gilt von dem Inhalt der Kerne, der ziemlich spärlich ist. Die relativ großen Nukleolen sind meist in der Einzahl vorhanden. Im einzelnen kann die Größe der Kerne in benachbarten Zellen — wie die Figuren zeigen, auch der gleichen Gewebeschicht — sehr variieren[2]). Diese Resultate stehen nun zwar in keinem Widerspruch zur vertretenen Theorie, konnten aber auch nicht die Hoffnung erwecken, im Verhalten der Kerne, wenigstens im Vegetationskegel, eine wesentliche Stütze zu finden. Dagegen lauten die Angaben MACFARLANEs viel günstiger. Er hebt ja gerade als besonders bemerkenswert die Verschiedenheit in der Größe der Epidermiszellkerne von *C. purpureus* und *L. Adami* gegenüber *L. vulgare* hervor. Sie fiel ihm an lebendem Materiale, besonders aber nach Fixierung und Färbung mit wässriger Eosinlösung auf[3]):

[1]) A. a. O. (1905 und 1907).

[2]) STRASBURGER, a. a. O. 1907. Tafel VII, Figur 33, 39, 51.

[3]) A. a. O. 262.

". . . . . the large spherical nuclei of the two former stain "deeply while they have a finely granular and spongy aspect. "Those of *C. Laburnum* are small, shining and pretty homo- "geneous in texture even under very high powers . . ."

Gleichzeitig wird auf die Abbildung der Kerne hingewiesen (a. a. O. Taf. VIII, Fig. 10—12). Hier ist freilich von einer Strukturverschiedenheit nichts zu sehen, der Größenunterschied dagegen ist in der Zeichnung ziemlich beträchtlich, da der Durchmesser der *Laburnum*-Kerne nur $^2/_3$ von dem der anderen beträgt. MACFARLANEs Darlegungen beziehen sich auf die Epidermis junger Blätter und Sprosse. Aus dem ganzen Zusammenhange geht hervor, daß damit nicht die jüngsten, embryonalen Ausgliederungen am Vegetationspunkt, sondern schon entwickelte Organe gemeint sind. Bei einem Vergleiche der Kerne anderer Gewebselemente konnte der Autor mit Rücksicht auf ihre große Variabilität in diesen Zellen zu keinem Schlusse kommen.

Der Widerspruch, den WINKLER zwischen den Angaben STRASBURGERs und MACFARLANEs sieht[1]), ist nur scheinbar, da sie sich, wie bereits hervorgehoben, auf Gewebe ganz verschiedenen Alters beziehen. Im Prinzipe konnte ich beide bestätigen; durchgreifende, zahlenmäßig festzuhaltende Eigentümlichkeiten, analog den Chromosomenzahlen von WINKLERs *Solanum*-Arten, fehlen. Auch die Größenverhältnisse, ihre Struktur usw., kurz ihr Verhalten bei der Behandlung mit den üblichen Fixierungsflüssigkeiten und Farbstoffen boten, soweit ich bis jetzt gesehen, keine durchgängigen, etwa für alle Zellen in jedem Entwicklungsstadium nachweisbaren Unterschiede zwischen *L. vulgare* und *C. purpureus*, wohl aber haben in bestimmten Entwicklungsstadien von Sproß-, Laub- und Blütenblättern die Kerne, besonders in der Epidermis ein recht charakteristisches Aussehen. Für *L. Adami* läßt sich dann auf der einen Seite die Identität der Epidermiskerne mit *C. purpureus*, die bereits von MACFARLANE gesehen, auf der anderen aber auch bisweilen die Indentität der übrigen Kerne mit *L. vulgare* feststellen.

Die instruktivsten Präparate in dieser Richtung erhielt ich von den Blütenblättern. Sie waren mit JUELscher Lösung[2]) fixiert und wurden meist nach dem HEIDENHAINschen Verfahren, mit Hämatoxylin, gelegentlich aber auch mit Gentianaviolett und Eosinnelkenöl

---

[1]) H. WINKLER. Referat über meine erste Mitteilung. Zeitschr. f. Botanik 1910, Bd. II, p. 715.

[2]) JUELsche Lösung: Alkohol 70% 100 ccm, Eisessig 2 ccm, Chlorzink 2 g. (Über den Pollenschlauch von *Cupressus*. Flora Bd. 93, Jahrg. 1904, p. 56.)

gefärbt. Die Blütenblätter wurden dazu teils mit der Schere in einige Stücke zerlegt und in toto weiterbehandelt, teils wurden mit dem Rasiermesser Flächen und mit dem Mikrotom Querschnitte hergestellt. Die Flächenschnitte erwiesen sich naturgemäß für die Vergleichung einer größeren Anzahl von Kernen als zweckmäßiger, desgleichen die in toto gefärbten Blattstücke. Bei der Zartheit der Objekte ist dies sonst nicht mehr viel angewandte Verfahren durchaus angebracht, da die dünneren Teile der *Lamina* ja nur aus 2 bis 4 Zellschichten bestehen und auch die dickeren Teile im Kanadabalsam durchsichtig genug werden, um eine eingehende Prüfung der Epidermis und der zunächst folgenden Schichten zu ermöglichen. Der einzige Mangel dieser Methode, die nicht im ganzen Präparat gleichmäßige Färbung, gewährt auf der anderen Seite wiederum den Vorteil, zwischen zu stark und zu schwach tingierten Stellen solche von den gewünschten Differenzierungsgraden in allen Abstufungen zu liefern.

Bei allen drei Blüten liegen die Kerne der Epidermiszellen gewöhnlich ihren Innenwänden an. Lediglich bei *L. vulgare*, das, wie weiter unten geschildert wird, an bestimmten Teilen der Blütenblätter Papillen aufweist, findet man ihn an deren Basis, oder auf ihrer halben Höhe. Seine Gestalt ist meist einem mäßig „abgeplatteten Rotationsellipsoid" vergleichbar. Es zeigt die Tendenz, sich bei *L. vulgare* bisweilen der Kugel-, bei den beiden anderen dagegen mehr der Linsenform zu nähern. Dies erkennt man natürlich am besten in Querschnitten. Auf Flächenschnitten erscheinen die Kerne fast kreisförmig bis schwach elliptisch. Für je 25 aus der oberen Epidermis des Flügels wurden die großen und kleinen Axen gemessen und daraus die Durchschnittswerte berechnet. Es ergab sich für

L. vulgare	*L. Adami*	*C. purpureus*
5,5 × 5,3 µ	7,6 × 7,0 µ	7,5 × 7,2 µ

Die Kerne der letzten beiden sind also unter sich gleich und etwas größer als die des Goldregens. Gelegentlich kommen auch bei ihm größere Kerne von einem Durchmesser bis etwa 6,5 µ, bei den anderen solche, deren Durchmesser auf 6 µ heruntergeht, vor. Aber auch in diesen Fällen sind sie durch ihre charakteristische Struktur meist sehr deutlich voneinander verschieden. *C. purpureus* und mit ihm *L. Adami* ist durch den Besitz von 0,5—1 µ großen, sich tief tingierenden Nukleolen ausgezeichnet. Bisweilen sind statt eines größeren auch zwei kleinere vorhanden. Meist liegen sie mehr oder weniger von der Kernmembran entfernt und sind von dem Kerngerüst durch einen schmalen, inhaltleeren Saum, einem Kunstprodukt der Fixierung,

getrennt. Bei *L. vulgare* ist dagegen der Nucleolus in diesem Gewebe ein winziges Pünktchen, das nur bei stärkerer Differenzierung deutlich hervortritt und sich bei tieferer Färbung des Kerngerüstes hinter dessen dunkleren Teilen verbirgt.

Das Kerngerüst weist noch schärfere Gegensätze auf. Bei *C. purpureus* und *L. Adami* bildet es ein dichtmaschiges bis schwammiges Netzwerk, das den Kern gleichmäßig durchsetzt und dessen Struktur

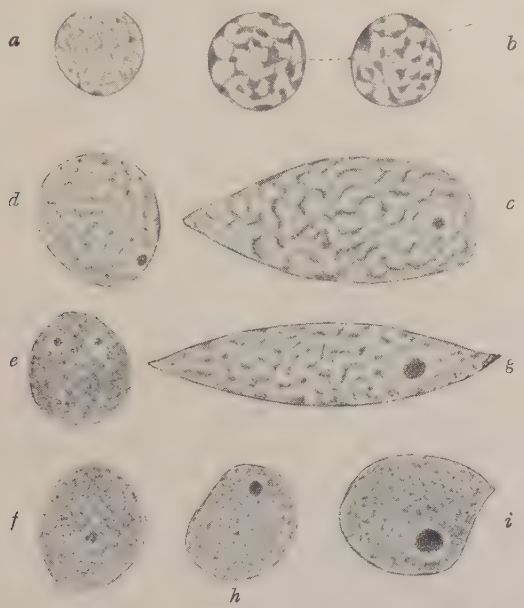


Fig. 2. Kerne aus den Blütenblättern. Vergr. 2000 : 1.
a) aus der Epidermis des Vexillums von *L. vulgare*, schwach tingiert;
b) aus der Epidermis des Flügels von *L. vulgare*, mit Prochromosomen; derselbe Kern in hoher und tiefer Einstellung;
c) u. *d)* aus der subepidermalen Schicht des Flügels von *L. vulgare*;
e) u. *f)* aus der Epidermis; *g)* aus der subepidermalen Schicht des Flügels von *L. Adami*;
h) aus der Epidermis; *i)* aus der subepidermalen Schicht des *Purpureus*-Flügels.

ganz gleichartig und homogen ist. Ganz anders *L. vulgare*. Hier sieht man bei schwacher Färbung ein zartes, weitmaschiges, blasses, der Kernmembran eng anliegendes Gerüst, das aber nicht homogen ist, sondern in den Knotenpunkten stärker gefärbte Klümpchen enthält. Ziemlich häufig ist fast alles Chromatin auf diese Stellen zusammengezogen. Solche Kerne geben bei stärkerer Färbung und richtiger Differenzierung ein sehr charakteristisches Bild (vgl. Fig. 2). Es haben

dann die Chromatinkörnchen, die kaum mehr diesen bescheidenen Namen verdienen, eine so scharfe Umgrenzung erhalten, daß sie eine wenigstens ungefähre Zählung gestatten. Ihre Zahl, zwischen 46 und 50 liegend, deckt sich mit der für die Chromosomen bereits von STRASBURGER angegebenen (48) und zeigt, daß wir es hier mit Bildungen zu tun haben, wie sie von ROSENBERG u. a. als Prochromosomen beschrieben sind. Bisweilen geht die Differenzierung noch weiter; so sah ich Kerne, die fast das Aussehen eines Spirems mit geschlängelten Chromosomen hatten. Dabei handelt es sich aber zweifellos um „ruhende" Kerne. Daß eine weitere Teilung ausgeschlossen ist, geht aus der Tatsache hervor, daß die Erscheinung in fertig entwickelten Blütenblättern, zudem in zahlreichen benachbarten Zellen mehr oder weniger ausgeprägt, zu beobachten ist[1]).

Das geschilderte Verhalten der Epidermiskerne, die in Fig. 2 in einigen typischen Vertretern abgebildet sind, zeigte deutlich die Identität der *Purpureus-* und *Adami*-Merkmale gegenüber den gänzlich abweichenden *Laburnum*-Kernen. Im Mesophyll der Blütenblätter ließ sich dagegen umgekehrt eine Ähnlichkeit der *Adami*-Kerne mit denen von *L. vulgare* beobachten. Freilich tritt sie nicht so deutlich hervor, weil auch die Unterschiede zwischen dem Goldregen und *C. purpureus* beträchtlich geringer sind. Die Form- und Größenverhältnisse schwanken bei allen drei Pflanzen zwischen sehr weiten Grenzen, meist sind die Kerne aber viel größer als in der Epidermis; 15 μ Länge und 7,5 μ Breite werden häufig erreicht. Ihre Gestalt wird am besten mit einem „verlängerten Rotationsellipsoid" verglichen, das bisweilen, besonders häufig bei *L. vulgare*, spindelförmig ausgezogene Enden besitzt. Doch kommen auch unregelmäßige Formen vor. Der Nukleolus ist bei allen drei Pflanzen gut ausgebildet, auch beim Goldregen von ansehnlicher Größe. Die Verteilung des Chromatins kann der für die Epidermiskerne von *C. purpureus* resp. *L. vulgare* beschriebenen Anordnung gleichen; gewöhnlich sind die Unterschiede nicht so groß, indem das Kerngerüst von *C. purpureus* ein wenig körniger, das von *L. vulgare* ein wenig homogener erscheint, so daß unter Umständen die in der Epidermis so scharfen Differenzen verwischt sind. In vielen Fällen sind sie indes deutlich genug. *L. Adami* zeigt dann, wie bereits erwähnt, die gleichen Verhältnisse wie *L. vulgare* (vgl. Fig. 2).

[1]) Ähnliches hat bereits TISCHLER für die Kerne im Nucellus von *L. Adami* angegeben. — G. TISCHLER. Über eine merkwürdige Wachstumserscheinung in den Samenanlagen von *Cytisus Adami*. Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 1903, Bd. 21, p. 85.

Analoge Resultate erhielt ich bei Blättern und krautigen Stengeln. Nur treten hier die gegenseitigen Unterschiede nicht mit der gleichen Klarheit und Schärfe hervor wie bei den Blüten. Auf eine genaue Schilderung der Einzelbefunde glaube ich deshalb verzichten zu können. Die bereits schon angegebene Chromosomenzahl 48 hat STRASBURGER aus den Teilungen der Pollenmutterzellen ermittelt. Ich habe noch nicht Gelegenheit gehabt, geeignete Entwicklungsstadien zu erhalten. Doch ist kaum anzunehmen, daß ein erneutes Studium dieser Verhältnisse wesentlich anderes zutage brächte. In den Karyokinesen des Vegetationskegels lassen sich, wie schon STRASBURGER angibt, die Chromosomen schlechterdings nicht zählen. In den Wurzeln kann man aber gelegentlich in Äquatorplatten Zahlen um 48, wie bei den angeführten Prochromosomen, feststellen. Einzelheiten über den Bau der Wurzeln und ihrer Kerne werde ich mitteilen, wenn mir solche auch von *L. Adami* zu Gebote stehen. Da die Pflanze ja nur auf dem Wege der Pfropfung vermehrt wird, kann es sich natürlich nur um Adventivwurzeln handeln; diese entstehen endogen, müßten sich also als reines *Laburnum vulgare* erweisen. Daß Adventivwurzeln für *L. Adami* gar nicht so selten sind, beweist u. a. eine Bemerkung von BEIJERINCK, der von *Adami*-Bäumchen spricht, „die auf eigenen Wurzeln stünden“[1]). Im vorigen August bis Dezember habe ich vergeblich versucht, Sprosse von *L. vulgare* und *Adami* zur Wurzelbildung zu veranlassen, während dies bei *C. purpureus* leicht und sicher gelang. Vermutlich spielt bei den beiden ersten die Jahreszeit eine große Rolle. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, im Frühjahr bessere Resultate zu bekommen.

Chromoplasten.

In der Struktur und Größe der Chlorophyllkörner bestehen gewisse, wenn auch nicht sehr konstante Unterschiede zwischen *L. vulgare* und *Adami* einerseits und *C. purpureus* anderseits. Nach dem, was ich bisher gesehen, scheinen die *Purpureus*-Chloroplasten durchschnittlich größer und homogener als die der beiden anderen zu sein. Auch in ihrem physiologischen Verhalten fiel mir eine Differenz auf. Als ich im Dezember und Februar bei etwa $+ 5^0$ C die Rinde einjähriger Langtriebe untersuchte, fand ich die Chlorophyllkörner des Rindenparenchyms von *C. purpureus* durchweg in typischer Systrophe um den Kern gruppiert, bei den beiden anderen Arten lagen sie in ganz normaler Weise an der Wand der Zellen.

1) Veröffentlicht von F. NOLL a. a. O. 1907, p. 14 des Separatums.

Von anderen Chromoplasten sind nur die gelben, die leuchtende Farbe der Goldregenblüten bedingenden, vorhanden. Sie sind auch leicht im Mesophyll der *Adami*-Blüten, nie aber in ihrer Epidermis nachzuweisen, während sie bei *C. purpureus* ganz fehlen. Doch brauchen diese Dinge, die bereits in meiner ersten Mitteilung eine ausführliche Darstellung gefunden haben, hier nur angedeutet zu werden.

Anthocyan.

Eine Andeutung genügt auch für die Verteilung des Anthocyans in den Blüten. Es sei nur kurz in Erinnerung gebracht, daß *C. purpureus* seinen Farbstoff am intensivsten in den Epidermiszellen, in etwas zarteren Tönen im Mesophyll entwickelt, ein analoges Vorkommen beim Goldregen dagegen gänzlich fehlt[1]) und *L. Adami* Anthocyan in etwa der gleichen Intensität und Verteilung wie *C. purpureus*, aber nur in der Epidermis besitzt. Beim Goldregen kommt der Farbstoff jedoch im Saftmale des Vexillums, streng lokalisiert auf bestimmte Zellgruppen der subepidermalen Schichten, in tief dunklem Tone, gelöst und als körniger Niederschlag vor, während dieses Saftmal bei *Purpureus* gänzlich fehlt, bei *L. Adami* aber in allen Details getreu wiederkehrt. Eine farbige Abbildung von Durchschnitten durch das Vexillum wird andernorts publiziert werden.

Außer an diesen Stellen der Blütenblätter habe ich Anthocyan in *L. vulgare* nie gefunden, während für *C. purpureus* noch einige Vorkommen erwähnt werden müssen. Zunächst ist der Kelch zu nennen, der besonders an seiner Oberseite rot überlaufen ist. Auch hier ist der Sitz des Farbstoffes hauptsächlich die Epidermis. Die nächsten zwei bis drei Zellagen können ihn aber auch, meist jedoch in geringerer Menge, enthalten. Das Anthocyan ist bei *C. purpureus* keineswegs auf die Blüte beschränkt. Besonders in den Wintermonaten sind auch die jungen (einjährigen) Triebe rötlich gefärbt. Diesmal ist aber die Epidermis meist völlig frei von Farbstoff, der lediglich in der subepidermalen und allenfalls den folgenden Schichten lokalisiert ist. *L. Adami* verhält sich in dem Vorhandensein oder Fehlen des Farbstoffes genau so wie zu erwarten steht: Im Kelche ist er vorhanden, aber nur in der Epidermis, in den Zweigen dagegen konnte ich bisher keine Spur davon entdecken.

---

[1]) Diese Angabe bezieht sich, wie auch die folgenden, auf Rückschläge zu *L. vulgare*. Es gibt allerdings auch einige Rassen von *L. vulgare*, die über dem Saftmale in der Epidermis eine Spur Anthocyan enthalten. So fand ich es z. B. an einem Strauche des Heidelberger Gartens, der im August zum zweiten Male zur Blüte kam.

Auch für das Anthocyan sei kurz eine physiologische Eigentümlichkeit erwähnt. Zur Entwicklung der Färbung benötigen die *Purpureus*-Blüten des Lichtes, bei ungenügender Beleuchtung getriebene sind weiß, die am stärksten beleuchteten werden am dunkelsten.

Fig. 3. Querschnitte durch Blattstiele, die mit Kaliumbichromat fixiert werden. Mikrophotogramme. Vergr. ca. 60.
a) L. vulgare, b) L. Adami, c) Kurztrieb-, *d)* Langtriebblatt von *C. purpureus* (aus einigen angeschnittenen Zellen von c u. d sind die Niederschläge herausgefallen).

Analoges gilt für die in der Epidermis von *Adami* lokalisierten Farbstoffe, während das Saftmal — ebenso wie bei *L. vulgare* — bereits in den jungen Knospen ohne jede Beleuchtung zustande kommt.

Gerbstoffe.

Die Anwesenheit des Anthocyans und der Wunsch, seine Verteilung auch im Präparate festzuhalten, brachten mich auf den Gedanken, die an der Bildung dieses Farbstoffes beteiligten Gerbstoffe mit Kalium-

bichromat niederzuschlagen und gleichzeitig auch die ungefärbten Sprosse und Blätter auf die Verteilung von Gerbstoffen zu untersuchen. Der Erfolg war überraschend. Es gelang nämlich zunächst, das Saftmal und die übrigen Anthocyanvorkommen ausgezeichnet, freilich in braunen und gelben, statt in purpurnen und roten Tönen zu fixieren. Des weiteren aber zeigte es sich, daß *C. purpureus* äußerst reich an Phenolen ist, daß bisweilen alle parenchymatischen Elemente eines Blattes oder Sprosses von den Niederschlägen vollgepfropft erscheinen, während sie bei entsprechenden Organen des Goldregens fehlen. *L. Adami* beweist auch hier seine Periklinalchimärennatur. Während die Epidermis von Stengel und Blatt reich mit Gerbstoffniederschlägen angefüllt ist, fehlen analoge Fällungen im Innern vollständig. Fig. 3 gibt eine photographische Reproduktion von dünnen Querschnitten durch mit $K_2Cr_2O_7$ fixierte Blattstiele.

Die chemische Natur des betreffenden Körpers näher zu untersuchen, war für die vorliegenden Zwecke nicht notwendig. Das angewandte Fällungsmittel, das Niederschläge von teilweise ganz ähnlicher Natur wie in Weiden und Rosen hervorrief, sowie die Fällung des Körpers mit Eisenacetat als grünbraune Masse, ließen jedenfalls keinen Zweifel darüber, daß es sich um eines jener Phenolderivate handelt, die in der Botanik unter der Bezeichnung „Gerbstoffe" gehen. Ich habe auch andere Methoden zur Fixierung dieses Körpers versucht, so z. B. die MOLLsche (Fixieren mit alkoholischer Kupferazetatlösung und nachträgliche Behandlung mit Ferrisulfat)[1]), doch erhielt ich immer die besten Resultate durch Anwendung von $K_2Cr_2O_7$. Die Objekte kamen, in kleinere Stücke geschnitten, in etwa 10% Lösung, wurden damit unter der Luftpumpe injiziert und einen bis zwei Tage in der Flüssigkeit belassen. Für viele Fälle erschien es wünschenswert, die Blätter als Ganzes zu erhalten. Dann wurde gewöhnlich zur rascheren Injektion die Flüssigkeit auf etwa 30°—40° erwärmt, so daß sie unter der Luftpumpe zu sieden begann. Stücke älterer Stämme wurden vorsichtshalber noch längere Zeit in der Flüssigkeit belassen. In allen Fällen war ein ein- bis viertägiges Auswaschen des fixierten Materials notwendig. Danach kam es in 50—70% Alkohol. Wenn nach einiger Zeit das Chlorophyll extrahiert war, boten die Blätter und jungen Sprosse schon makroskopisch ein interessantes Bild. *L. vulgare* war crêmefarben oder höchstens leicht gelb, *Cytisus purpureus* zeigte ein dunkles, oft (besonders in den Sprossen) fast schwarz zu nennendes, und *L. Adami* ein helleres Braun. Bei diesem

[1]) Nach STRASBURGER: Botanisches Praktikum, 4. Aufl. 1902, p. 161.

ließ sich auf Schnittflächen die Beschränkung der Tinktion auf die äußerste Peripherie bereits mit dem bloßen Auge erkennen.

Unter dem Mikroskope erweist sich die Form der Niederschläge nicht einheitlich. Im einfachsten Falle finden sich in dem Lumen der Zelle Kugeln von wechselndem Durchmesser; gewöhnlich schwankt er zwischen 0,002 und 0,01 mm. Ihre Färbung ist ein kräftiges, dunkles Braun, ihre Konsistenz scheint der eines starren Agars zu gleichen, wenigstens lassen die durch Druck hervorgebrachten Deformationen und Risse darauf schließen. Meist sind sie massiv, bisweilen aber enthalten sie eine große, helle Vakuole, so daß die gefärbte Substanz eine Hohlkugel mit relativ dünner Wand vorstellt. Mehrere Kugeln können auch unter Bildung unregelmäßiger Knollen und Klumpen verschmolzen sein. In dieser Form tritt der Niederschlag meist in dem Mesophyll des Blattes von *C. purpureus* und seinem Rindengewebe auf. In der Epidermis ist dagegen häufig fast das ganze Zellumen von der in diesem Falle weit helleren Masse erfüllt. Sie grenzt nicht unmittelbar an die Zellmembran, weist eine unregelmäßig schwach wellige Kontur auf und ist bis auf Vakuolen homogen. Die obere Zelle in Fig. 4 zeigt diesen Zustand. Wird die Vakuole größer, so entsteht eine der Zellform sich anschmiegende, schalenartige Schicht, die teilweise durchbrochen sein und in ihrer Höhlung Kugeln von der oben beschriebenen Form beherbergen kann (Fig. 4 die links untere Zelle). In der dritten Zelle der Figur ist schließlich der letzte Modus der Fällung abgebildet. Er verhält sich ähnlich wie der zweite, unterscheidet sich aber durch die Struktur, die hier nicht homogen, sondern dicht körnig erscheint. Auch diese Modifikation ist häufig in der Epidermis anzutreffen, aber wie auch die obige keineswegs auf sie beschränkt. Alle diese „Typen" sind durch mannigfache Übergänge miteinander verbunden; es handelt sich vermutlich stets um denselben Körper, der wahrscheinlich in kolloidaler Lösung im Zellsaft enthalten, durch das $K_2Cr_2O_7$ als Hydrogel ausgeschieden wird, wobei für die resultierenden Formen Ursachen verschiedener Art in Frage kämen. In allen Fällen waren die Niederschläge gegen kürzere Einwirkung von verdünnter HCl, H_2SO_4 und KOH resistent, wurden aber von Eau de Javelle angegriffen.

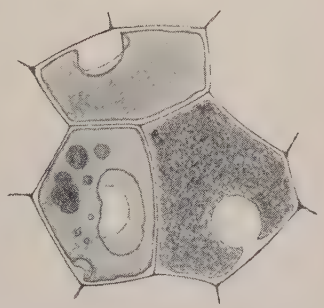


Fig. 4.
Gerbstoffniederschläge in der Epidermis von *C. purpureus*. Erklärung im Text.

Bei *C. purpureus* finden sich die Gerbstoffe in großer Fülle in den Blattflächen, Blattstielen, in jungen und alten Sproßteilen. Im Blatte gibt es kaum eine parenchymatische Zelle, in der sie fehlen. Besonders reich erscheinen sie in der Gefäßbündelscheide, sind aber auch selbst in jungen Stereiden anzutreffen. Palisaden- und Schwammparenchym enthalten meist einige Kugeln und Knollen von der zuerst beschriebenen Form. Im Stamme liegen die Verhältnisse ähnlich. Die Epidermis und Rindenzellen junger Ruten sind von den Niederschlägen so vollgepfropft, daß selbst Schnitte noch tief schwarzbraun sein können. Im Siebteil finden sie sich im Parenchym, bisweilen auch in den Siebröhren, fehlen auch nicht in der kambialen Region, durchsetzen den Holzkörper (im Holzparenchym, aber nicht immer) und dringen in den Markstrahlen bis zur Markkrone vor. Im inneren Markparenchym des erwachsenen einjährigen Triebes fand ich sie nicht. Sie lassen sich dagegen bis fast in das embryonale Gewebe des Vegetationskegels hinauf verfolgen, und sind dort auch in den Pleromsträngen, die sich später zum Marke ausbilden, vorhanden. Lediglich die jüngsten Zellen des Hauptsprosses, der Achseltriebe und der jungen Blattanlagen sind von ihnen frei. Die weite Verbreitung des Gerbstoffes in *C. purpureus* läßt darauf schließen, daß dieser Körper im Stoffwechsel der Pflanze eine bedeutende Rolle spielt.

Bei *L. vulgare* fehlen analoge Ausfällungen im allgemeinen ganz: Bisher fand ich sie nur an wenigen Orten: erstens dem Vexillum, in dem Saftmale und den basalen Zellen von einigen Haaren auf seiner Unterseite, zweitens in den äußersten Spitzen des Kelches und ebenfalls in den Basalzellen einiger Haare des Kelches und anderer Organe, also an ganz vereinzelten Stellen. Manchmal zeigt das innere Gewebe, besonders in dickeren Schnitten durch junge Blätter, einen leicht gelblichen Ton, der aber nicht an diskrete Ausfällungen gebunden ist, sondern sich diffus auf den ganzen Zellinhalt, besonders auf Kern und Chlorophyllkörner zu verteilen pflegt. Nur gewisse Schichten im Mesophyll des Fruchtknotens lassen bisweilen helle Ballungen erkennen. *L. Adami* zeigt stets das gleiche, nur ist die Färbung im letzten Falle vielleicht etwas dunkler. Mit den scharfen, distinkten, obengenannten Fällungen lassen sich diese Vorkommen aber nicht vergleichen. Damit ist natürlich nicht behauptet, daß Körper, die mit unter den Sammelbegriff Gerbstoffe fallen, völlig bei *L. vulgare* fehlen müssen[1]). Man

[1]) Sanio zählt bereits in dem Aufsatze, der $K_2C_2O_7$ als Reagens für Gerbstoffe empfiehlt (Bot. Zeitung 1863, p. 17), *Laburnum vulgare* zu den gerbstoffreien Hölzern.

erhält mit Eisensalzen auch bei ihm gelegentlich einen schwachen, hellbraunen Niederschlag, wie bereits MACFARLANE fand, der auch bei den anderen Gerbstoffe feststellte, ohne jedoch ihre charakteristische Verteilung im Mischling zu bemerken. Ob der Eisenniederschlag beim Goldregen durch sie verursacht wird, muß ich dahingestellt sein lassen. Möglich ist es schon, im Hinblick auf die genannte Gelbfärbung, für unsere Betrachtung aber nur von untergeordnetem Interesse. „Anatomische" Methoden reichen zur Entscheidung der Frage nicht aus, aber auch auf anderem Wege ist ein genauer Einblick in diese Verhältnisse mit Rücksicht auf die noch immer großen Lücken der Gerbstoffchemie fürs erste kaum zu erwarten.

Mag dem nun sein wie ihm wolle, die $K_2Cr_2O_7$-Reaktion wird stets ein ebenso zuverlässiges als bequemes Mittel bleiben, um die Gewebe der beiden Komponenten voneinander zu unterscheiden, auch in ihrem Verbande zur Periklinalchimäre, wie besonders schön noch die Rückschläge zeigen werden.

Die bei dieser Reaktion schon makroskopisch wahrnehmbaren Unterschiede erinnern lebhaft an die von BEIJERINCK beschriebene „nekrobiotische Reaktion" der drei Pflanzen[1]). Versengt man die Spitzen ihrer Blätter mit einem Flämmchen, so werden die dort befindlichen Zellen nicht nur getötet, sondern die in ihnen enthaltenen Körper fallen auch sehr tiefgreifenden Zersetzungen anheim, während die basalen Teile am Leben bleiben. In der Mitte gibt es nun eine Region, in der die Zellen zwar getötet werden, die Reaktion aber doch nicht so intensiv ist, um alle darin befindlichen Körper zu zerstören. Waren sie aber in ihrem Leben an bestimmte Zellen oder bestimmte Teile von ihnen gebunden, so können sie jetzt durcheinander diffundieren und den Anlaß zu neuen Reaktionen geben, die man unmittelbar wahrnimmt, wenn dabei gefärbte Produkte entstehen. Das ist der Fall bei *C. purpureus*, der nach der geschilderten Behandlung eine tief dunkle, fast schwarze Querzone in der Mitte des Blättchens bildet, während *L. vulgare* ganz grün bleibt, und *L. Adami* eine graue, erst später deutlicher werdende Farbe erhält. Damit stimmt auch die bekannte Verfärbung beim Trocknen, sowie beim Konservieren in Alkohol überein. Noch besser als durch das Anbrennen der Spitze gelingt übrigens die Reaktion, wenn man die betreffenden Pflanzenteile in Wasser auf einige Stunden einer Temperatur von 60° aussetzt. Die mikroskopische Untersuchung ergibt, daß in *C. purpureus* das meist

1) BEIJERINCK: Beobachtungen über die Entstehung von *Cytisus purpureus* aus *Cytisus Adami*. Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 1908, Bd. 26a, p. 137.

von der Wand abgehobene Plasma grau bis schmutzig braun gefärbt ist. Die Kerne sind besonders dunkel, die Chlorophyllkörner desgleichen, bisweilen aber auch von derselben Tinktion wie das Plasma und in ihren Konturen kaum davon zu unterscheiden. *L. vulgare* bleibt dagegen klar, die Chlorophyllkörner grün, während bei *L. Adami* eine mäßige Verfärbung, aber im ganzen Blatte gleichmäßig zu beobachten ist. Ein ähnlicher Erfolg resultierte, als ich Schnitte durch junge Blätter (im Winter getriebenes Material) in Uhrschälchen in den Thermostaten brachte. Bei *C. purpureus* erschien alles Gewebe dunkel gefärbt, obwohl die Schnitte nur wenige Zellagen dick waren. *L. Adami* war zwar heller, das Chlorophyll noch grün, aber doch der ganze Schnitt etwas gebräunt. Es wäre aber verfehlt, wenn man daraus auf eine gleichmäßige Verteilung der die Verfärbung bedingenden Körper in lebendem Gewebe schließen wollte, wie folgende Versuche lehren.

Ein junger Blattstiel wurde durch zwei tangentiale Streifschnitte seiner Epidermis an entgegengesetzten Flanken beraubt und so in Längsschnitte zerlegt, daß diese frei von epidermalem Gewebe waren. Die Schnitte wurden in zwei Uhrgläschen verteilt, das eine mit reinem, das andere dagegen mit Wasser beschickt, dem einige Tropfen Saftes von *C. purpureus* (durch Zerreiben von Blättern im Mörser mit wenig Wasser gewonnen) zugesetzt waren. Nun blieben die ersten vollständig weiß, während sich die anderen tief bräunten. Schnitte durch *L. vulgare* mit *Purpureus*-Saft gaben denselben Erfolg. Damit war einmal der Beweis erbracht, daß das innere Gewebe von *L. Adami* wie *vulgare* frei von den die Färbung bedingenden Körpern ist, gleichzeitig aber auch die Erklärung für den Ausfall der anfänglichen Versuche gegeben. In Schnitten durch *L. Adami*, zumal in dickeren, ist in der Epidermis von diesen Stoffen eine hinreichende Menge vorhanden, die bei der Tötung der Zellen aus ihnen in die Umgebung diffundiert und dort die geschilderte Bräunung hervorruft. Im intakten Blatte vollends sind die Bedingungen dafür noch günstiger, da die undurchlässige Kutikula den Austritt in die umgebende Flüssigkeit und die Verteilung darin herabsetzt und ihnen nur den Weg in das Innere des Blattgewebes frei läßt.

Schon BEIJERINCK hatte anmerkungsweise darauf hingewiesen, daß die eine für die nekrobiotische Reaktion notwendige Komponente ein phenolartiger Körper sei. Der Erfolg der $K_2Cr_2O_7$-Reaktion hat ja auch die Anwesenheit eines solchen zur Genüge bewiesen. Daß dabei ferner Oxydationsvorgänge eine Rolle spielen, geht aus dem

folgenden Abschnitte hervor. Ob aber die Verfärbung der plasmatischen Substanz darauf beruht, daß das Oxydationsprodukt mit den Eiweißkörpern eine Verbindung eingeht, oder lediglich die Gerinnsel imprägniert, bleibt zunächst unentschieden.

Oxydierende Enzyme.

Da die aus den Versuchen des vorigen Abschnittes gewonnenen Resultate es nahelegten, an die Wirkung oxydierender Enzyme zu denken, unterzog ich die Pflanzen auch in dieser Richtung einer Untersuchung. Zu diesem Zwecke wurden zunächst einige junge Blätter und Rindenstücke der beiden Stammarten im Mörser mit etwas Wasser zerrieben und der erhaltene Saft mit frisch bereiteter, alkoholischer Guajaklösung versetzt; es trat bei *C. purpureus* sofort eine tiefe Bläuung, ein Zeichen für die Anwesenheit einer Oxydase, ein, während sie bei *L. vulgare* ausblieb. Bei Zusatz einiger Tropfen des käuflichen H_2O_2 trat aber auch hier Bläuung ein und bewies damit die Anwesenheit einer Peroxydase. *L. Adami* täuschte die gehegte Erwartung nicht. Wurde zu seinem Safte Guajak hinzugefügt, trat zunächst nur eine schwache Bläuung ein, die aber bei Zusatz von H_2O_2 so tief wurde wie beim Goldregen. Der Mischling enthält also eine kleine Menge der Oxydase von *C. purpureus*, eine weit größere der Peroxydase des *L. vulgare*.

Daß auch ihre Verteilung den Erwartungen entspricht, zeigte die Beobachtung der Reaktion unter dem Mikroskope. Dazu verwandte ich Streifschnitte, die schief tangential durch einen jungen Sproß[1]) geführt wurden. An ihrem einen Ende war die Epidermis in Flächenansicht allein vorhanden, am andern Ende Rindengewebe mit je einem seitlichen Streifen der Epidermis.

Sie wurden in einem Tropfen Guajak untersucht und zeigten die Blaufärbung nur in den epidermalen Zellen. Ließ ich dann vom Rande des Deckglases eine Spur H_2O_2 hinzutreten, färbte sich auch das Rindengewebe tief blau. Damit ist also erwiesen, daß die in *L. vulgare* und in *C. purpureus* vorhandenen verschiedenen oxydierenden Enzyme lediglich an die arteigenen Zellen geknüpft sind. Daß die *Purpureus*-Oxydase auf die Epidermis beschränkt ist, zeigt auch die Rinde älterer *Adami*-Stämme. Im Laufe der Korkbildung wird schließlich, wie später im einzelnen berichtet wird, die *Purpureus*-

[1]) Noch besser eignen sich, wie ich nachträglich feststellte, junge Knospen. Statt Guajak kann man auch Benzidin benutzen, das durch die *Purpureus*-Oxydasen violett, bei Zusatz von H_2O_2 intensiv blau gefärbt wird.

Epidermis abgestoßen. Entnimmt man solchen Stellen Rindengewebe und unterwirft den Preßsaft der Guajakreaktion, so bleibt diesmal jede Blaufärbung aus. Erst bei Zusatz von H_2O_2 tritt sie wie beim entsprechenden Goldregengewebe ein.

Vermutlich sind auch die Oxydasen bei der raschen Bräunung der Blätter beteiligt. Werden doch manche Gerbstoffe ja schon von dem molekularen Sauerstoff der Atmosphäre unter Bräunung oxydiert, um wie viel mehr muß dies bei Anwesenheit aktivierten Sauerstoffes geschehen.

Ähnliche Verhältnisse sind übrigens auch in anderen Pflanzen realisiert, ich erinnere nur an PFEFFERs Versuche mit *Vicia Faba* und anderen Objekten, bei deren Kultur in entsprechend verdünnter Lösung von H_2O_2 sich eine Bräunung bereits in der lebenden Zelle einstellt. Auch hier scheint ein mit $K_2Cr_2O_7$ fällbarer Gerbstoff und ein oxydierendes Enzym, in diesem Falle eine Peroxydase vorhanden zu sein, die ja nur in Gegenwart von Peroxyden ihre aktivierenden Eigenschaften entfaltet. Doch ist hier nicht der Ort für eine nähere Diskussion dieser Fragen[1]).

Anatomischer Bau der einzelnen Organe.

Stamm.

Während der Goldregen im Laufe der Jahre zu einem stattlichen Strauche von fünf bis sieben Meter Höhe heranwächst, bleibt *Cytisus purpureus* Zeit seines Lebens ein dem Boden angeschmiegtes, halbmeterhohes Büschchen. Der Aufbau des Zweigsystemes ist dementsprechend verschieden. Die Sprosse von *L. vulgare* enden mit einer terminalen Knospe, die in der folgenden Vegetationsperiode die Langtriebe als solche fortsetzt. Die Seitenknospen werden entweder ebenfalls zu Langtrieben, oder sie bilden Kurztriebe, die in den nächsten Sommern weiter diese Eigenschaft bewahren, sich aber auch wieder gelegentlich in Langtriebe umwandeln können. Im ganzen ist dies also ein Wachstumsmodus, wie er bekanntlich bei zahlreichen unserer Holzgewächse in ähnlicher oder gleicher Weise wiederzufinden ist. Das Fortsetzen der vorhandenen Langtriebe ist dabei die Fähigkeit, die der Pflanze das Erreichen einer größeren Höhe ermöglicht und sie von *C. purpureus* unterscheidet. Hier werden die Langtriebe

[1]) Vgl. PFEFFER: Beiträge zur Kenntnis der Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen. Königl. Sächs. d. Wiss. math.-physik. Klasse, Bd. 15, p. 375.

nicht fortgesetzt, sondern entwickeln nur ihre Achselknospen zu Seitenzweigen weiter. Diese verhalten sich anfänglich wie Kurztriebe, bilden einige Blätter (künftig als Kurztriebblätter bezeichnet) und gewöhnlich zwei bis vier Blüten, um dann sogleich zu Langtrieben auszuwachsen. Wenigstens geschieht das bei einem großen Teile von ihnen.

Die obere Region des Ausgangssprosses und die an ihr etwa vorhandenen Seitenzweiglein beginnen meist bereits im folgenden Herbst und Winter zu vertrocknen. Dieser Prozeß setzt sich allmählich weiter fort, so daß nur die basalen Teile einiger weniger Sprosse erhalten bleiben. Bereits die zweijährigen nehmen eine geneigte, übergebogene, schließlich fast niederliegend horizontale Stellung ein; nur die jüngsten Ruten ragen mehr senkrecht nach oben und verleihen dem Busche seinen, besonders im laublosen Zustande charakteristischen, besenartigen Habitus, den auch die *Purpureus*-Rückschläge auf *L. Adami* beibehalten. Ihr leichtes Eingehen, von dem in der Literatur mehrfach die Rede ist, findet in dem Verhalten des normalen Busches bereits seine Erklärung.

Der Mischling selbst gleicht bekanntlich im Wachstumsmodus dem Goldregen.

Der Anatomie des Stammes ist von allen drei in der Einleitung genannten Autoren Beachtung geschenkt worden. MACFARLANE beschränkte sich auf eine allgemeine Übersicht des Querschnittbildes junger Zweige; FUCHS versuchte das Holz etwas genauer zu analysieren, wie wir sehen werden, aber mit recht zweifelhaftem Erfolge, LAUBERT gab schließlich eine detaillierte Darstellung der Holz- und Bastanatomie von *L. Adami* und *C. purpureus*, wobei bereits einige Irrtümer von FUCHS berichtigt wurden. Ich kann die einschlägigen Angaben von LAUBERT vollauf bestätigen und nur bedauern, daß er *L. vulgare* nicht auch in den Kreis seiner Untersuchung gezogen, oder wenigstens nichts darüber publiziert hat. Vielleicht ist das aber nur deshalb unterblieben, weil, wie leicht zu konstatieren ist, sich in Holz und Bast dieser Pflanze keine wesentlichen Unterschiede von *L. Adami* auffinden lassen.

Bei dieser Sachlage erübrigt es sich, aufs neue die Struktur des Stammes in allen Einzelheiten zu schildern. Ich begnüge mich mit der kurzen Zusammenstellung der für eine Unterscheidung wesentlichen Merkmale und werde Details nur anführen, wo es sich um bisher noch nicht genügend hervorgehobene Unterschiede der Stammarten, oder um Richtigstellung irreführender Angaben handelt. Dagegen wird die

Schilderung der Peridermbildung, die von allen früheren Beobachtern gänzlich mißverstanden wurde, ein eigenes Kapitel erfordern.

Die primäre Rinde von *C. purpureus* ist gegenüber den beiden anderen Pflanzen durch den Besitz von fünf starken Stereombündeln ausgezeichnet. Sie liegen zwei bis drei Zellagen unter der Epidermis, verleihen dem jungen Stengel eine leicht pentagonale Querschnittsform und verraten sich bereits makroskopisch an ihm als Kanten. Das Rindenparenchym ist bei *C. purpureus* etwa in zehn, bei *L. Adami* und *vulgare* in 14—15 Schichten entwickelt, deren äußere bei jenem nur in den jüngeren Zweigen, bei diesen auch noch in ganz alten Stämmen Chlorophyll führen. Nach innen grenzt das Rindenparenchym an die Stereombelege des Leptoms, die bei *L. vulgare* und *Adami* bedeutendere Dicke und regelmäßigere Anordnung zeigen als bei *C. purpureus*. Steinzellen kommen, wie auch schon LAUBERT betonte, bei allen drei Pflanzen vor. Wenn sie FUCHS bei *C. purpureus* nicht gefunden hat, so liegt das wohl daran, daß er offenbar nur dünne, ein- bis zweijährige Ruten dieser Pflanze untersuchte, wo sie in der Tat seltener sind, ohne indes ganz zu fehlen. In älteren Stammteilen sind sie dagegen — oft massenhaft! — entwickelt, liegen aber meist isoliert oder zu kleineren Gruppen zusammen (drei bis vier). Bei *L. Adami* und *vulgare* können sie auch zu größeren Gruppen zusammentreten und noch stärker verdickte Wände erhalten. Sie liegen wie bei *C. purpureus* frei im Rindenparenchym oder bilden sich zwischen zwei durch das Dickenwachstum des Stammes auseinander gesprengten Stereomteilen, die sie dann, wie schon für andere Pflanzen hinreichend bekannt[1]), gleichsam wieder zusammenflicken.

Der Siebteil ist bei *C. purpureus* stets viel weniger entwickelt als bei den beiden anderen, in jüngeren Ästen, gewöhnlich nur $^1/_4$ bis $^1/_2$ so dick. In älteren Stämmen fallen bei allen dreien[2]) die primären, kollabierten und stark, bis zum vollständigen Schwunde des Zelllumens, tangential zusammengedrückten Siebröhren auf. Sie bilden mit Parenchymzellen abwechselnde Lagen, deren Zahl dem Alter des Zweiges meist entspricht. Sie sind bereits von LAUBERT richtig gedeutet worden. In älteren Siebteilen treten sekundäre Fasern auf. Ob sie aber, wie LAUBERT meinte, aus schon stark zusammengedrückten

[1]) Z. B. für *Aristolochia Sipho* cf. HABERLAND: Lehrbuch der physiologischen Anatomie, 4. Aufl., p. 147, Fig. 50. Diese Lagerung ist übrigens auch in der der Arbeit von FUCHS beigefügten Querschnittsskizze ersichtlich. A. a. O. Tafel 1.

[2]) FUCHS (a. a. O.) vermißt sie bei *C. purpureus*, vermutlich weil er nur 1—2-jährige Ruten untersuchte.

Elementen entstehen können, lasse ich dahingestellt. Ich sah sie sich aus normalen Zellen des Phloemparenchyms entwickeln, die mit Hilfe „gleitenden Wachstums" sich zwischen ihre Nachbarzellen schieben. Bei *C. purpureus* fand ich sie übrigens stets eckiger und weitlumiger als bei den anderen. Bisweilen übertrifft ihre Länge nur etwa das zehn- bis fünfzehnfache ihres Durchmessers. Sie geben dann auch mit Phloroglucin und Salzsäure eine stärkere Reaktion als die typischen Bastfasern, die nur in der Mittellamelle stärker verholzt sind. Auch ihre Tüpfelung ist dann etwas abweichend und erinnert an die stabförmiger Steinzellen. Daneben kommen auch typische Bastfasern vor.

Die Länge der Siebröhrenglieder beträgt bei *C. purpureus* 0,100 bis 0,110 mm, bei *L. Adami* und *vulgare* gewöhnlich 0,120—0,130 mm, ihre Breite bei jenem etwa 0,0075—0,010 mm, bei diesen 0,011—0,015 mm; einen Unterschied zwischen *L. Adami* und *vulgare* konnte ich dabei nicht entdecken.

Die Elemente des Holzes sind recht mannigfaltig entwickelt, gewähren aber nur geringe Handhaben zur Charakterisierung. In allen Fällen sind weite und enge Gefäße mit Hoftüpfeln oder Spiralen oder komplizierten Kombinationen beider, Tracheiden, Libriform und Holzparenchym sowie Übergänge zwischen ihnen nachweisbar. Dabei sind selbst Einzelheiten der Wandskulptur in allen drei Formen wiederholt. Sehr häufig sind in den engen Gefäßen Hoftüpfel mit vier zarteren Spiralen so gepaart, daß sie die Wände des Hofes überschneiden[1]). Auch die Größenausdehnung der Holzelemente ist kein rechtes Kriterium. Zwar deutet der Habitus der Längs- und Querschnitte von *C. purpureus* auf einen kleineren Durchschnitt hin. Doch stößt die zahlenmäßige Feststellung wirklich brauchbarer Mittelwerte auf große Schwierigkeiten, da die Dimensionen in recht bedeutenden Grenzen variieren. Nur für die Gefäße ergeben sich etwas sichere Anhaltspunkte. Ihre Weite übersteigt bei *C. purpureus* selten 0,050 mm, während die anderen leicht 0,065 und 0,070, oft auch noch größere Werte erreichen. Die Länge der Gefäßglieder gibt LAUBERT für *C. purpureus* auf 0,078—140, für *L. Adami* bis zu 0,200 mm an. Ich fand sie in Übereinstimmung damit bei jenem um 0,125 mm schwanken. Die größten Werte für *L. Adami* und *vulgare* konnte ich in meinem Material nur mit 0,180 mm konstatieren. Auch hier fand ich bisher keinen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden letzten[2]).

---

[1]) Cf. HABERLAND a. a. O. p. 601, Fig. 275.

[2]) Bisweilen (durchaus nicht immer) gewann ich aus der Durchmusterung größerer Übersichtsbilder den Eindruck, als ob die Durchmesser der Gefäße beim Mischling

Die Markstrahlen sollen sich nach FUCHS „typisch intermediär" verhalten, auf sie war also besonders zu achten. Wenn FUCHS bei *C. purpureus* stets ein- nur selten zweischichtige Markstrahlen beobachtete, so beweist dies aufs neue, daß er sich nur auf die Untersuchung der dünnen, bald dem Absterben geweihten Ruten beschränkte. Schon LAUBERT hat die Existenz auch zwei- bis vierschichtiger betont; in älterem (fünf- bis achtjährigem) Holze herrschen sie vor. Einschichtige Markstrahlen trifft man dagegen auch bei *L. vulgare*, ebenso häufig wie bei *L. Adami*. Im einzelnen ist aber ihre Zahl, je nach der vom Schnitte getroffenen Region, sehr verschieden. In der Höhe der Markstrahlen sind die Unterschiede der Stammpflanzen bedeutender. Ich fand sie bei *L. Adami* und *vulgare* meist um 0,700 mm (gemessen auf den Tangentialschnitt) schwanken, aber auch die doppelte Größe erreichen; während die größeren von mir beobachteten Werte bei *C. purpureus* nur 0,45 mm betragen.

Die früheren Beobachter wiesen darauf hin, daß bei *C. purpureus* die Markstrahlzellen „stehend", bei den anderen „liegend" seien. Allzu großes Gewicht darf man aber darauf nicht legen, denn es finden sich stehende bei *Laburnum* ebenfalls, und liegende oder annähernd quadratische sind auch bei *C. purpureus* häufiger als die stehenden. Diese trifft man hauptsächlich in wenigschichtigen und in den äußersten Zellschichten der dickeren Markstrahlen. Ich stelle die Resultate meiner Messungen in der Tabelle I zusammen, die auch LAUBERTs und FUCHS' Zahlen, soweit sie vorhanden, enthält.

Die Tabelle dürfte ohne weitere Erläuterung verständlich sein. Zur Messung gelangte fünf- bis achtjähriges Holz aller drei Pflanzen in je zwei verschiedenen Stammstücken. Der radiale Zelldurchmesser wurde auf dem radialen, Höhe und tangentialer Durchmesser auf dem tangentialen Längsschnitte ermittelt. Alle meine Maßangaben beziehen sich natürlich auf den Gesamtdurchmesser der Zellen von Mittellamelle zu Mittellamelle. Berücksichtigt wurden nur Zonen aus den größeren drei- bis vierschichtigen Markstrahlen. Die Zellen der einreihigen zeigen bei allen drei Arten etwas abweichende Dimensionen (z. B. größere Höhe). Ein noch plastischeres Bild als durch die Mittelwerte erhält man, wenn die Zahlen nach der in der Variationsstatistik gebräuchlichen Manier zu Klassen zusammengestellt werden. Die daraus resultierenden Variationskurven zeigen eine deutliche Übereinstimmung bei *L. Adami*

durchschnittlich ein wenig hinter dem bei *L. vulgare* beobachteten zurückstünde. Die Frage soll an möglichst gleich beblätterten Trieben im Zusammenhang mit der Transpirationsgröße im Sommer untersucht werden.

Tabelle I.

Dimensionen der Markstrahlzellen von *Cytisus purpureus*, *Laburnum vulgare* und *Adami*.

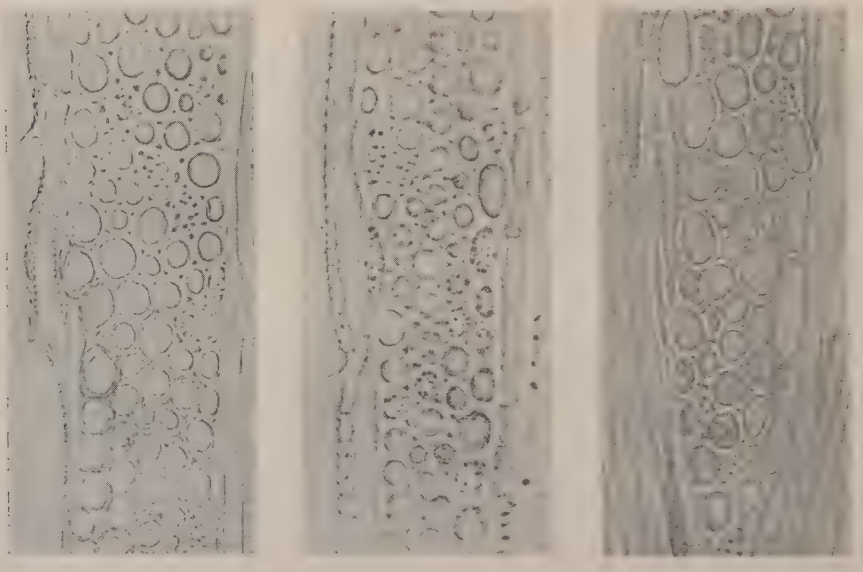
		Cyt. purp.	*Lab. vulg.*	*Lab. Adami*
Höhe	Durchschnittswert[1]	18 μ (100)	11 μ (140)	12 μ (187)
	größter gemessener Wert	38 μ	30 μ	25 μ
	kleinster „ „	8 μ	5,5 μ	6 μ
	häufigste Werte	14—20	8—14	8—14
	nach LAUBERT (Grenzen)	13—47	—	10—29
	nach FUCHS (Durchschnitt)	18.15	6.65	10.45
radialer Durchmesser	Durchschnittswert[1]	23,5 μ (135)	40 μ (66)	45 μ (52)
	größter gemessener Wert	65 μ	100 μ	95 μ
	kleinster „ „	10,3 μ	15,2 μ	15,4 μ
	häufigste Werte	20—30 μ	30—60 μ	30—60 μ
	nach LAUBERT	7,8—65 μ	—	10—65
	nach FUCHS	—	—	—
tangentialer Durchmesser	Durchschnittswert[1]	11 μ (85)	8.8 μ (119)	9,2 (102)
	größter gemessener Wert	16 μ	14 μ	14 μ
	kleinster „ „	4,5 μ	5 μ	5 μ
	häufigste Werte	8—14 μ	8—10 μ	8—10 μ
	nach LAUBERT	3.9—16 μ	—	7,8—16
	nach FUCHS	—	—	—

und *vulgare* gegenüber dem abweichenden *C. purpureus*. Ich sehe von ihrer ausführlichen Publikation aber mit Rücksicht auf die immerhin für diesen Zweck etwas geringe Zahl von Messungen ab und begnüge mich damit, nur die „häufigsten Werte" in der Tabelle anzugeben.

Die Zahlen zeigen, daß von einem „intermediären" Verhalten des Mischlings auch hier nicht die Rede sein kann. Um eine deutlichere Vorstellung des Gegenstandes zu vermitteln, füge ich die photographische Reproduktion einiger Markstrahlteile aus den zur Messung verwandten Tangentialschnitten bei. Sie zeigt zugleich eine noch wenig beobachtete Verschiedenheit, die als ein sehr brauchbares Kriterium zur Unterscheidung des *Laburnum*- und *Cytisus*-Holzes angesehen werden kann. Die Dicke der Zellmembranen ist nämlich bei *L. vulgare* und *Adami* viel beträchtlicher als bei *C. purpureus*, Verhältnisse, die übrigens auf den Radialschnitten noch deutlicher zutage treten.

[1]) Die eingeklammerten Zahlen geben an, aus wieviel Messungen der Durchschnitt berechnet wurde.

Auf die Eigenschaften der Zellen des Markes, die bei *C. purpureus* schärfere Ecken, dünnere Wände, kleinere und weniger zahlreiche Tüpfel zeigen als die gleichen der andern, haben bereits LAUBERT und MACFARLANE aufmerksam gemacht.



a *b* *c*

Fig. 5. Markstrahlen im tangentialen Längsschnitt.
a) von *L. Adami*, *b)* von *L. vulgare*, *c)* von *C. purpureus*. Vergr. 250 : 1.

Bildung des Periderms.

Die jungen Triebe aller drei Pflanzen werden zunächst von einer einschichtigen Epidermis bedeckt. Sie zeigt bei *L. vulgare* das bekannte Haarkleid, während die anderen beiden, damit verglichen, kahl genannt werden können. Wie ich aber bereits in meiner ersten Mitteilung andeutete, finden sich einzelne Haare auch bei *L. Adami* ebenso wie bei *C. purpureus*, für den dies bereits in den Floren angegeben wird. Stets sind sie wie bei allen Leguminosen mehrzellig. Bei den gelegentlich in der Literatur auftauchenden „einzelligen" Haaren haben die betreffenden Autoren die kleinen basalen Zellen übersehen.

Bereits im Mai und Juni des ersten Jahres beginnt bei Trieben von *L. vulgare* die Bildung eines Periderms damit, daß, gewöhnlich in der von außen dritten Zellschicht, ziemlich gleichzeitig auf dem ganzen Umfange, tangentiale Wände auftreten. Die äußere Tochter-

zelle wird zur ersten Korkzelle, die innere nach Bildung einer zweiten Wand zur Phellogenzelle, die im Laufe des Sommers noch gewöhnlich vier bis sechs Korkzellen nach außen, nach innen einige, gewöhnlich zwei bis drei, Phellodermzellen abgliedert. Die Korkzellen erhalten ein sehr charakteristisches Aussehen durch die außerordentlich starke Verdickung ihrer Membran, die aber nur auf die Außenseite beschränkt ist. Eine gute Abbildung befindet sich u. a. in HABERLANDTs Lehrbuch der physiologischen Anatomie[1]). Gelegentlich können auch schon die zweite oder erst die vierte und noch tiefer gelegenen Zellreihen zum Herd der Korkbildung werden. Das primäre Phellogen setzt in den nächsten Jahren seine Tätigkeit ziemlich gleichmäßig fort, wobei es der mit dem Dickenwachstum verbundenen Umfangszunahme des Stammes durch entsprechende Einschaltung radialer Wände gerecht wird.

Fig. 6. Periderm von *Cytisus purpureus*.
Links aus tiefer gelegenen Rindenschichten, rechts aus der Epidermis entstanden. *k)* Kork, *phd)* Phelloderm, *c)* collabierte Zellen. Vergr. ca. 110 : 1.

Die dünnen Ruten des *C. purpureus* begnügen sich in den ersten Jahren allein mit dem Schutze der Epidermis, deren Außenwand jedoch eine beträchtliche Verdickung erfährt. Auch hier folgt Epidermis und Rinde dem Dickenwachstum durch Bildung von Radialwänden, die sich durch ihre Lage und geringe Dicke, sowie die Art, sich an die vorhandenen älteren Membranen anzusetzen, als Neubildungen leicht erkennen lassen. Im Herbste des zweiten Jahres, ganz selten auch schon im ersten, lassen sich, aber dann nur an den basalen Enden der Zweige, die ersten Spuren einer Peridermbildung erkennen. Sie greift jedoch nicht wie beim Goldregen rasch und gleichmäßig um die ganze Peripherie herum, sondern bleibt streng auf einige ganz vereinzelte Stellen beschränkt.

Die erste Veränderung macht sich meist in dem Auftreten kleiner brauner Flecken bemerkbar, die sich bereits bei der Betrachtung mit

[1]) HABERLANDT, a. a. O. 4. Aufl., p. 123, Figur 40.

dem bloßen Auge deutlich von ihrer grünen Umgebung abheben. Betrachtet man diese Stellen bei schwacher Vergrößerung in auffallendem Lichte, so bemerkt man an der Oberfläche des Zweiges zunächst keine Veränderung. Die Epidermis liegt den braunen Stellen genau so glatt und intakt auf, wie den benachbarten grünen. Querschnitte lehren jedoch, daß sie und gewöhnlich zwei bis drei folgende Schichten abgestorben sind. Die Bräunung ihres Inhaltes rührt von den oxydierten Gerbstoffen her. Anfänglich stehen die Zellen noch im festen Verbande. Ihre Lockerung beginnt damit, daß die Seitenwände der epidermalen Zellen dicht unter ihrem Ansatz an die Außenmembran zerreißen. Diese liegt dann, als dünnes, leicht gerunzeltes Häutchen bereits mit der Lupe zu erkennen, dem braunen Gewebe locker auf. Jetzt erst setzt die Korkbildung ein, die zunächst das tote Gewebe schuppenförmig vom lebenden Rindenparenchym trennt und an die intakte Epidermis anschließt, dann aber auf diese bald noch ein Stück weiter übergreift. Ganz in der Weise, wie es für die Peridermbildung bei Pomoideen, Salicaeen usw. bekannt ist, streckt sich die Epidermiszelle ein wenig und wird durch tangentiale Wände in eine äußere Kork-, eine innere Phelloderm- und eine mittlere Phellogenzelle geteilt. Diese bildet wie bei *L. vulgare* nach außen weitere Kork-, nach innen Phellodermzellen. So resultiert ein Periderma, wie es Figur 6 im Längsschnitt zeigt. Nach rechts hin, außerhalb der Figur, keilt das Periderm, an Schichtenzahl allmählich schwächer werdend, in normale Epidermis aus; nach links hin muß man sich die Figur etwa symmetrisch ergänzt denken. Das tote Gewebe wird durch reichere Bildung von Korkzellen samt der Epidermisaußenwand gesprengt und biegt sich zurück. Die ursprünglich zarten Wände des darunter liegenden Korkes werden etwas kräftiger. Das Phellogen kann nun im Laufe der Weiterentwicklung an diesen Stellen Lenticellen bilden. Ich sah aber solche auch in der ganz normalen, von STAHL beschriebenen Weise unter einem Schließzellenpaar und seiner nächsten Umgebung entstehen. Auch dann setzt sich die Korkbildung seitlich in die Epidermis fort. Schnitte durch ausgebildete Lenticellen gleichen der Abbildung, die Stahl für *Pirus Malus* gibt[1]). Wie gewöhnlich werden zwischen den Füllzellen immer am Ende jeden Jahres eine bis zwei Lagen festeren Korkes eingeschoben. Zunächst verharren all diese Anlagen im Stadium der Figur 6 eine Zeitlang als Inseln oder isolierte Streifen. Im Laufe der Jahre treten ähnliche an anderen Stellen auf. Aber erst ganz

[1]) STAHL. Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Lentizellen. Bot. Zeitung 1873, Bd. 31, p. 609, Tafel 5, Figur 12.

allmählich greift die Ausbildung des normalen Periderms aus epidermalen Zellen um sich. Die vorher isolierten Inseln verschmelzen durch epidermale Korkbildung miteinander und umfassen nach fünf bis sechs Jahren fast den ganzen Stamm als Mantel. An einzelnen Stellen ist er aber auch dann noch von ungeteilter Epidermis unterbrochen. Lange bleibt ihre Außenwand auch über dem Korke erhalten, wie in der rechten Hälfte der Figur 6. Die Zellen des Periderms unterscheiden sich durch die relative Zartheit ihrer Wände wesentlich und auffällig von den entsprechenden Bildungen des Goldregens, wie bereits LAUBERT gesehen. Der Ort ihrer Entstehung ist aber nicht, wie dieser Autor angibt, die Schicht unter der Epidermis, sondern stets diese selbst, abgesehen von den zuerst gebildeten Lenticellenanlagen. Nur dort, wo der Lenticellenkork zur Epidermis umbiegt, wird auch die subepidermale Schicht mit in den Prozeß hineingezogen.

Während die Goldregenzweige, umhüllt von ihrem regelmäßigen, durchscheinenden Korkmantel, eine glatte, olivgrüne Oberfläche besitzen, während dieselbe Glätte und Gleichmäßigkeit der Färbung den jungen, von der Korkbildung noch unberührten Teilen des *C. purpureus* eignet, beginnen die gleichaltrigen Triebe des Mischlings "to develop a rough, ruptured and freckled surface", ein Umstand, der, wie das Zitat zeigt, schon MACFARLANEs Aufmerksamkeit erregte. Er begnügt sich aber nur mit der Konstatierung dieses Faktums und fügt zur Erklärung nur hinzu, daß auf dem Querschnitte sich "broad but isolated limes or patches of cork" zeigen, "which eventually rupture the epidermis outside them and give the rough aspect to the shoots"[1]). FUCHS beschränkt sich lediglich auf die Wiederholung von MACFARLANEs Angaben. Auch LAUBERT kommt nicht wesentlich weiter, teilt nur mit, daß die Korkbildung gewöhnlich in der sechsten bis siebenten Schicht beginne, daß man ferner „schon mittels schwacher Vergrößerungen den sehr dickwandigen, blaß-gelblichen Kork hier und da von der Peripherie aus bis zum Korkkambium durch einen Keil von dünnwandigen, dunkler erscheinenden, braunen Korkzellen ersetzt"[2]) finde. Er bildet diesen Keil auch ab, weiß aber nichts Rechtes damit anzufangen, ebenso wie der Leser, der die entsprechende Abbildung zu verstehen sucht. Auch die Übersichtsskizzen von MACFARLANE und FUCHS lassen über das Wesen der Peridermbildung nichts erkennen.

In jungen Sprossen zeigt der Querschnitt etwa im Mai oder im Juni noch keine Veränderung an der Peripherie. Die Zellen der Epi-

[1]) A. a. O. p. 261.

[2]) A. a. O. p. 154, Fig. 6, p. 162.

dermis haben meist dieselbe Größe wie *C. purpureus*. Ziemlich oft sind sie durch radiale Wände geteilt. Ihre Außenwand ist stark verdickt, aber meist doch nicht in dem Maße wie bei jenem. In allen Epidermiszellen bringt $K_2Cr_2O_7$ den bekannten Niederschlag hervor, der auch hier im inneren Gewebe, bereits in der darunter liegenden, kollenchymatisch verdickten Schicht, ausbleibt.

Es ist nun von großem Interesse, zu sehen, wie die den Stammpflanzen eigene, unter sich sowohl dem Entstehungsort (Epidermis resp. dritte Schicht) als auch der Gestalt der Korkzellen nach verschiedenartige Bildung sich im Mischling kombiniert. Vom Standpunkte der Periklinalchimärentheorie aus erschienen von vornherein drei Fälle als die wahrscheinlichsten:

1. konnte sich Periderm wie bei *C. purpureus* aus der Epidermis des Mischlings bilden,
2. konnte die innere Komponente aus der dritten Schicht zur Bildung typischen *Laburnum*-Korkes schreiten,
3. waren Kombinationen beider Modi denkbar.

Alle drei Möglichkeiten finden sich in der Tat realisiert, und zwar dicht nebeneinander am gleichen Zweige, wobei die resultierenden Gewebekomplexe ganz verschiedene Mächtigkeit besitzen können. Für die Darstellung ist es am besten, zunächst jeden von diesen Fällen für sich, losgelöst aus dem Zusammenhang mit seiner anders gearteten Nachbarschaft zu schildern.

Gelegentlich kann in den ersten zwei bis drei Jahren auf kurze Stellen die Bildung eines Periderms ganz unterbleiben und die verdickte Außenwand der Epidermis allein den Schutz des Sprosses, ganz wie bei *C. purpureus*, übernehmen (künftig kurz als Fall Ia bezeichnet).

Meist kommt es jedoch im ersten Jahre zur Bildung eines Periderms. Im einfachsten Falle (Ib) bildet lediglich die Epidermis in der für sie charakteristischen Art ein typisches *Purpureus*-Periderm, während im Gewebe der Rinde jede Teilung unterbleibt. Es bildet sich aus jeder Epidermiszelle in der für *C. purpureus* geschilderten Weise eine Reihe von Kork- und Phellodermzellen, die alle der Form und Größe nach mit dem epidermalen Korke von *C. purpureus* identisch sind. Wie bei jenem bleibt die dicke Epidermisaußenwand noch lange an diesen Stellen erhalten. Ich fand sie noch an sechs- bis siebenjährigen Adamizweigen. Ein wesentlicher Unterschied von der Stammart ist, wenn wir die Gestaltung der Gewebe rein morphologisch vergleichen, nicht zu konstatieren. Eine Abweichung liegt nur darin, daß die Bildung des Korkes viel früher beginnt und zu ihrer Auslösung nicht der

Lenticellenanlagen bedarf. Etwas seltener findet man den zweiten Fall (II) in reiner Form verwirklicht. Hier treten die ersten Tangentialwände in der dritten Schicht des Mischlings auf, während Epidermis und subepidermale Schicht vollkommen ungeteilt bleiben (II a). Das sich daraus entwickelnde Periderm gleicht in allen Einzelheiten dem von Goldregen her bekannten. Ein Unterschied gegenüber dieser Stammpflanze ist aber wiederum im Zeitpunkte der Bildung vorhanden. Hier erfolgt sie einige Monate später. Die außerhalb davon liegenden Zellen haben sich infolgedessen eines längeren Lebens zu erfreuen, als die homologen Gewebe des Goldregens. Näher zu vergleichen ist natürlich nur die subepidermale Schicht, deren Zellen eine größere Ausdehnung und stärkere Verdickung erreichen können als dort. Zur

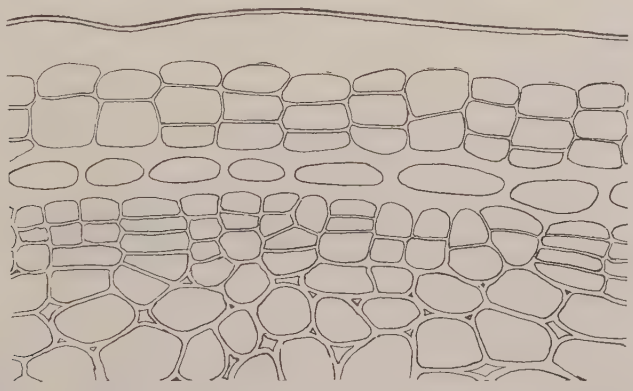


Fig. 7. Beginnende Peridermbildung bei *L. Adami* (Fall III). Sowohl die Epidermis, als die ursprünglich dritte Zellschicht ist durch tangentiale Wände geteilt. In diesem Stadium sind sie noch nicht verkorkt. Vergr. ca. 330 : 1.

Zeit, wo die genannten Elemente hier noch ein merkliches Wachstum zeigen, sind sie bei *L. vulgare* längst vertrocknet und stellenweise schon abgeschilfert. Nach der Bildung des Periderms geschieht dies natürlich auch beim Mischling; doch persistieren hier die äußeren Schichten infolge der Stärke ihrer Membranen noch lange Zeit.

Der ganze Prozeß kann auch bei *L. Adami* wie bei *L. vulgare* gelegentlich in der subepidermalen oder auch in tieferen Schichten beginnen (II b).

Viel häufiger als die beiden geschilderten Vorgänge, die als eine nur wenig modifizierte Wiederholung der analogen in den Stammeltern aufzufassen sind, trifft man ihre Kombinationen an (III).

Die für das Einsetzen der Peridermbildung charakteristischen tangentialen Wände finden sich gewöhnlich sowohl in der Epidermis,

als auch in der dritten Schicht. In beiden treten sie etwa gleichzeitig, bald in dieser, bald in jener etwas früher auf. Den ersten Wänden folgen bald einige weitere. Von diesem Zustande gibt Figur 7 eine Vorstellung. Die Zellen beider Initialzonen sind durch zwei bis drei Wände, teilweise unter nachträglicher Einschaltung radialer zerlegt. Die Wände färben sich noch mit Chlorzinkjod violett, mit Ausnahme natürlich der verdickten Außenmembran, die stark kutinisiert ist.

Der Prozeß kann nun auf zwei Weisen weitergeführt werden. Beginnt die Verkorkung in den äußeren Schichten (III a), so übernimmt die *Purpureus*-Komponente die Weiterproduktion des Periderms für die nächste Zeit. Die von ihr nach außen abgeschiedenen Derivate

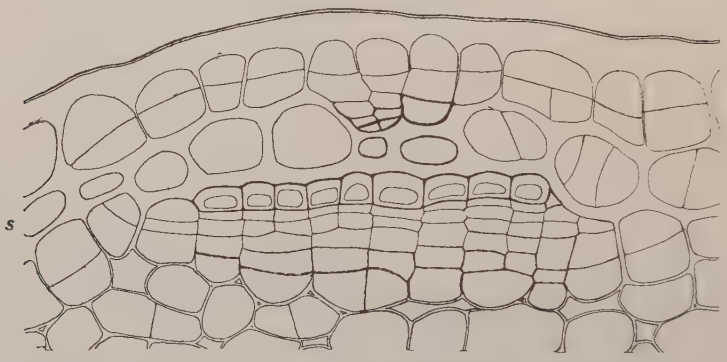


Fig. 8. Peridermbildung eines einjährigen *Adami*-Zweiges (Fall III c, Anfangsstadium). Die Korkbildung hat lokal eingesetzt. Die ältesten Zellen des *Laburnum*-Periderms sind bereits verkorkt; das Gleiche gilt für die drei mittleren Zellen des (inversen) *Purpureus*-Periderms; auch die beiden dazwischen liegenden, stärker konturierten Zellen der subepidermalen Schicht *(s)* sind verkorkt. Auf der rechten Seite der Korkinsel ist eine Verbindung der beiden Periderme durch radiale Wände der subepidermalen Zellen angebahnt. Vergr. ca. 340 : 1.

werden zu Korkzellen, die inneren zu Phelloderm. Doch kann die Bildung eines Phelloderms zunächst auch unterbleiben; dann grenzt das Phellogen direkt an die subepidermale Schicht. Bei flüchtiger Betrachtung kann ein entsprechender Schnitt, besonders wenn die kollenchymatische Verdickung der subepidermalen Schicht gerade nicht sehr ausgeprägt ist, denselben Eindruck hervorrufen, wie der erste Fall (I b), indem man die Teilprodukte der *Laburnum*-Korkinitialen für die innersten Phellodermzellen hält. Doch beweist eine genauere Betrachtung bald, daß die Reihen nicht ineinander übergehen, sondern durch die genannte Schicht voneinander getrennt sind. Im übrigen kann das *Purpureus*-Gewebe, ähnlich dem ersten Falle, eine gewisse Mächtigkeit,

acht bis zwölf Schichten und mehr, von der dicken Außenmembran überdeckt, oder auch sie sprengend, erreichen. Früher oder später, oft erst nach Jahren, setzt aber die so lange hintangehaltene Tätigkeit des *Laburnum*-Phellogens ein und gibt die äußeren Schichten dem Vertrocknen preis. Das gleiche Schicksal kann die noch wenig geteilte unverkorkte Epidermis treffen, wenn andererseits die *Laburnum*-Komponente mit der Verkorkung und raschen Weiterentwicklung ihrer Initialen den Anfang macht (III b).

Es kann aber auch noch ein anderer Fall eintreten, der unter all den beschriebenen Modifikationen bei weitem das größte Interesse beansprucht (III c). Das innere Korkkambium entwickelt wie bei III a und b ein normales *Laburnum*-Periderm. Auch die äußere Komponente bildet ein vollständiges Korkgewebe mit Phelloderm, aber in umgekehrter Orientierung aus, so daß die Korkzellen nach innen, das Phelloderm nach außen abgeschieden werden. Das Phelloderm bildet also die peripherstenZellagen, direkt unter der dicken Epidermisaußenwand. Ihre Membranen bleiben unverkorkt und zeigen die übliche Tüpfelung. Ihr Inhalt ist lebend

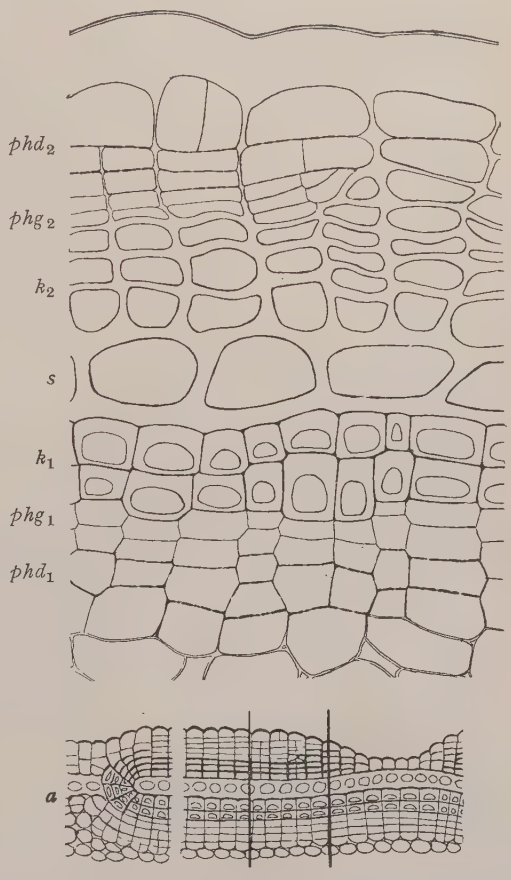


Fig. 9. Peridermbildung eines zweijährigen *Adami*-Zweiges. (Fall III c, fertiges Doppelperiderm.)

s = die ursprünglich subepidermale Schicht. *Laburnum*-Periderm mit zwei ausgebildeten Korkzellreihen *(k_1)* Phellogen *(phg_1)* und Phelloderm *(phd_1)*; *Purpureus*-Periderm in inverser Orientierung mit 3—5 Korkschichten *(k_2)* Phellogen *(phg_2)* und Phelloderm *(phd_2)*. Die Fortsetzungen der beiden Periderme grenzen links aneinander wie in Fig. 10, nach rechts hin ist von der *Purpureus*-Komponente kein Phelloderm gebildet, sondern nur Kork. Vergr. ca. 500 : 1.

a) Übersichtsskizze des Rindenteiles, dem die obige Partie angehört.

und kann auch Chlorophyllkörner enthalten. Die jüngsten, zartesten Wände des ganzen Komplexes findet man in seiner Mitte; sie kennzeichnen die Lage der Phellogenzellen. Nach innen folgen die verkorkten Zellen; die ältesten grenzen an die ursprünglich subepidermale Schicht. Diese hat einen großen Teil ihres „kollenchymatischen" Charakters eingebüßt, wenn auch die Gestalt ihrer Zellen sich nicht wesentlich verändert hat. Schon ohne Zuhilfenahme von Reagentien fällt aber ein Unterschied gegen ihre sonstige Beschaffenheit auf. Ihre Membranen zeigen das nämliche Lichtbrechungsvermögen, wie die stark kutinisierte Außenwand. Sie scheinen eine ähnliche Umwandlung erfahren zu haben, wie die Chlorzinkjodprobe beweist, auf die sie mit einem entsprechenden, gelbbraunen Farbtone reagierten. Dies geschieht schon sehr früh, etwa gleichzeitig mit der Verkorkung der ersten angrenzenden *Laburnum*-Korkzellen, bisweilen auch schon kurz zuvor. Erst dann beginnt auch die Verkorkung der *Purpureus*-Zellen. Fig. 8 stellt eine kleine Zone in diesem Stadium dar; meist sind die betreffenden Komplexe aber größer und regelmäßiger. Schließlich erreichen in der zuvor geschilderten Weise auch die übrigen Korkzellen von *Laburnum* und *Purpureus* ihre definitive Ausbildung (vgl. Fig. 9).

Damit sind die beobachteten Einzelfälle im wesentlichen erschöpft.

Diese Mannigfaltigkeit der Bildungsmodalitäten ist nun auf der Oberfläche ein- bis dreijähriger *Adami*-Zweige zu einem bunten Durcheinander zusammengewürfelt, bald nimmt jener Modus einen beträchtlichen Raum ein, bald dieser. Oft kann man auf dem Querschnittsbilde bei schwacher Vergrößerung drei und vier der unterschiedenen Fälle in einem Gesichtsfelde sehen. Wir können es den älteren Autoren nicht verübeln, wenn sie aus diesem Gewirr sich nicht zurechtfanden. Die obige Auflösung in einzelne Typen genügt aber vollständig zur Orientierung. Mir ist auf Hunderten von Schnitten durch entwickeltere Rindenteile kein Fall begegnet, der nicht auf einen der genannten zurückgeführt werden konnte.

Es bleibt nun noch die Art zu erörtern, in der die nach verschiedenem Typus gebildeten Gewebekomplexe abgegrenzt oder miteinander verbunden sind. Alle Möglichkeiten, die sich bei der Kombination eines jeden mit jedem anderen als Nachbar ergeben, zu erörtern, würde zu weit führen, bietet für viele Kombinationen auch keine bemerkenswerten Besonderheiten. Ich begnüge mich daher mit der Beschreibung der wichtigsten Spezialfälle.

Die unter III c geschilderten Doppelperiderme werden seitlich abgegrenzt durch Zellzüge der *Laburnum*-Komponente. Die anstoßenden,

nicht verkorkten Kollenchymzellen teilen sich durch radiale Wände (Fig. 9 rechts). Die entstandenen Teilprodukte verkorken vollständig, können auch ihrerseits zuvor noch einige weitere Teilungen eingehen. Das Endresultat ist aber stets eine Schicht von *Laburnum*-Kork, dessen Elemente höchstens durch eine wenig flachere Gestalt vom typischen Durchschnitt verschieden sind. So wird die untere Korkzone unter rechtwinkliger oder häufiger noch schärferer Biegung zur Epidermis hin fortgesetzt, um dort an die aus ihr hervorgegangenen Korkschichten anzuschließen. Noch auf Schnitten durch ältere Zweige kann man die Grenzlinie unschwer erkennen, da die stärker verdickten Membranen des *Laburnum*-Korkes sich überdies auch durch den gelblichen Farbenton von den farblosen oder später gebräunten Wänden des *Purpureus*-Korkes scharf abheben (Fig. 10). So entstehen Inseln oder besser Doppelplatten, die zunächst vollständig von lebendem Gewebe umgeben sein können, da das periphere *Purpureus*-Phelloderm durch die benachbarten unveränderten Epidermis- und subepidermalen Zellen mit dem Rindengewebe in Verbindung steht und von ihm aus mit Wasser versorgt werden kann. Nur so ist natürlich die Existenz eines lebenden, mehrschichtigen Gewebes außerhalb der Korkdoppelplatte möglich. Sowie die Wasserzufuhr aus dem Innern durch Verkorkung der Nachbargewebe abgeschnitten wird, was über kurz oder lang geschieht, stirbt das Phelloderm ab. Dann wird gewöhnlich auch bald die Außenwand über den toten und zerdrückten Zellen von der Korkplatte, die von der *Laburnum*-Seite weitere Verstärkung erhält, gesprengt. So resultiert die bereits von MACFARLANE erwähnte „rauhe Oberfläche".

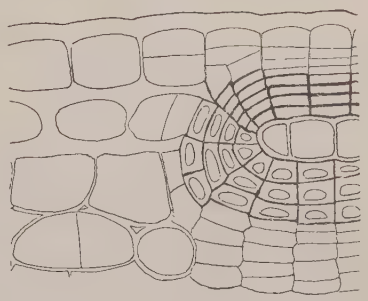


Fig. 10. Seitliche Abgrenzung einer Korkdoppelplatte (Fall III c). (Nach mehreren Präparaten kombinierte, schematische Zeichnung.)

Schließlich sei noch des Falles gedacht, der LAUBERT bereits auffiel und den man häufig zu beobachten Gelegenheit hat. Setzt in einer bestimmten Zellgruppe die Peridermbildung nach Fall I (*Purpureus*-Typus) ein, während die Nachbarregionen einem anderen Modus folgen, bei dem das *Laburnum*-Periderm überwiegt, so wird allmählich dies neben der genannten Zone links und rechts vorbeigeschoben werden, so daß die dünneren Korkzellen der *Purpureus*- sich unmittelbar an die der *Laburnum*-Komponente anschließen. Doch kann man immer

erkennen, daß unter dem *Purpureus*-Phelloderm die ursprünglich subepidermale Schicht (an ihren kollenchymatischen Wänden auch jetzt noch deutlich erkennbar) erhalten geblieben ist, während sie unter den *Laburnum*-Zellen fehlt. Dabei ist allerdings zu beachten, daß die Korkbildung (II b), bisweilen auch (III) in der subepidermalen Schicht beginnen kann; dann sind aber von ihren Zellen noch die inneren Wände in ihrer kollenchymatischen Verdickung übrig, so daß man auch hier die stattgefundene Verschiebung erkennen kann (Fig. 11).

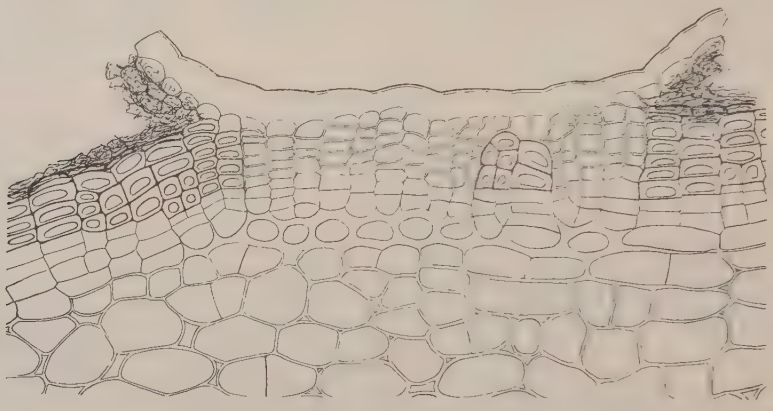


Fig. 11. Korkmosaik eines dreijährigen *Adami*-Zweiges.
Die subepidermale Schicht ist nur unter dem *Purpureus*-Periderm vollständig erhalten, sie fehlt am linken und rechten Ende des reproduzierten Stückes unter dem *Laburnum*-Periderm, das sich hier teilweise auch aus tieferen Rindenschichten entwickelt hat; die zugehörigen äußeren Schichten sind bereits gesprengt und teilweise abgeblättert. Der kleine mittlere Komplex von *Laburnum*-Kork, sowie die unmittelbar an das *Purpureus*-Periderm anstoßenden Reihen der seitlichen Komplexe derivieren aus der subepidermalen Schicht. Vergr. ca. 200 : 1.

Die alten Stämme von *L. Adami* sind wie *L. vulgare* lediglich mit einem homogenen Korkmantel umgeben; denn über kurz oder lang werden die noch vorhandenen *Purpureus*-Relikte beseitigt, indem schließlich überall das *Laburnum*-Periderm, auch unter den soeben geschilderten *Purpureus*-Keilen nachträglich gebildet, in seine Rechte tritt. Wie bereits auf S. 230 gelegentlich der Oxydasereaktion erwähnt würde, ist dann der alte Stamm reines *L. vulgare*.

Zur bequemeren Orientierung des Lesers stelle ich die unterschiedenen Fälle in der Bildung des Periderms noch einmal übersichtlich in aller Kürze zusammen:

I. Ausschließliches Prävalieren der *Purpureus*-Komponente; die *Laburnum*-Zellen bleiben lange Zeit hindurch gänzlich ungeteilt.

a) Auch in der Epidermis unterbleiben tangentiale Teilungen, die starke Kutikula übernimmt allein den Schutz des Zweiges.
b) Bildung eines normalen *Purpureus*-Periderms aus der Epidermis.

II. Ausschließliches Prävalieren der *Laburnum*-Komponente. Die Epidermis bleibt ungeteilt und stirbt bald ab.
a) Bildung des *Laburnum*-Periderms aus der 3. Schicht von außen.
b) Bildung des *Laburnum*-Periderms aus der subepidermalen oder aus der 4.—6. Rindenschicht.

III. Kombinationen von I und II, die Teilung durch tangentiale Wände setzt ungefähr gleichzeitig und gleichmäßig ein.
a) Die *Purpureus*-Komponente macht den Anfang mit der Verkorkung, entwickelt ihr normales Periderm, meist mit Phelloderm, die Initialen des *Laburnum*-Periderms werden zunächst nicht weiter differenziert.
b) Die *Laburnum*-Komponente macht den Anfang mit der Verkorkung, die Initialen des *Purpureus*-Periderms werden, ohne eine weitere Differenzierung zu erfahren, preisgegeben.
c) Die Verkorkung setzt in beiden Initialschichten ein und führt zur Bildung eines normalen *Laburnum*-, eines inversen *Purpureus*-Periderms (Phelloderm nach außen, manchmal auch fehlend).

Blätter.

Die Blätter aller drei Pflanzen sind dreizählig, ähnlich im geometrischen Sinne, unterscheiden sich aber beträchtlich durch ihre Dimensionen.

An den Langtrieben beträgt im allgemeinen die Breite des Mittelblättchens ca. 2,5—3,5 cm für *L. vulgare*, ca. 2,5 cm für *L. Adami*, ca. 0,8—1,2 cm für *C. purpureus*, seine Länge ca. 5—7 cm für *L. vulgare*, ca. 4—5 cm für *L. Adami*, ca. 1,5—2,0 cm für *C. purpureus*. Die Kurztriebblätter sind wie gewöhnlich in ihren Ausmaßen etwas kleiner. Bei *L. vulgare* fällt dabei meist kein wesentlicher Unterschied in der Form gegenüber den Langtriebblättern auf. Ein solcher besteht jedoch bei *C. purpureus*, bei dem die mit den Blüten gleichzeitig erscheinenden („Kurztrieb")-Blätter verhältnismäßig schmäler und schärfer zugespitzt sind. Sehr auffällig ist auch die abweichende Querschnittform des Blattstieles; hier entspricht sie einem flachen stumpfwinkligen Dreiecke, an den Langtrieben dagegen ist der Blattstiel

Tabelle II.

Querschnitte durch Blattstiele von *Lab. vulgare*, *Lab. Adami* und *Cyt. purpureus*.

		Lab. vulgare (Langtrieb)	*Lab. Adami* (Langtrieb)	*Cytisus purpureus* Langtrieb	*Cytisus purpureus* Kurztrieb
Längs- u. Querdurchm. d. ganzen Querschn.		1.07; 1.07 mm	1.00; 1.03 mm	0.57; 0.72 mm	0.89; 0.41 mm
Epidermis	Gesamtzellenzahl auf dem Querschnitt	ca. 300	ca. 200	ca. 100	ca. 110
	Höhe der Zellen	14—20 μ	14—20 μ	15—20 μ	14—20 μ
	Breite „ „	ca. 12.5 μ	ca. 18 μ	ca. 18 μ	ca. 16.5 μ
	Dicke der Außenwand	7—8 μ	ca. 4 μ	6—8 μ	4—5 μ
Rinde	Zahl der Zellschichten auf der Oberseite (O) und Unterseite (U)	O 10-11 U 6-7	O 10-11 U 6-7	O 6-8 U 6-8	O ca. 6 U ca. 5
	Durchmesser der Zellen	30—45 μ	30—40 μ	20—30 μ	20—30 μ
Hauptgefäßbündelsystem	Längs- und Querdurchmesser	780; 600 μ	710; 550 μ	330; 290 μ	300; 200 μ
	Schichten von Bastfasern auf d. Ober- und Unterseite	O 3-4; U 6-7	O 3-4; U 5-6	O 0; U 3	O 0; U 3—4
	Phloemdicke	ca. 60 μ	ca. 60 μ	ca. 30 μ	30—35 μ
	Xylemdicke	120—140 μ	90—110 μ	ca 70 μ	30—35 μ
	Durchmesser der größten Trach.	25—30 μ	20—25 μ	18—20 μ	10—12 μ
	Gesamtdimensionen des Markes	150; 400 μ	95; 300 μ	—	—
	Zellengröße des Markes	10—30 μ	10—20 μ	—	—
Längs- u. Querdurchm. d. kleineren Stränge		300; 160 μ	250; 140 μ	90; 100 μ	60; 70 μ

bis auf eine Furche der Oberseite kreisrund bis schwach elliptisch, ganz so wie bei den anderen, nur entsprechend dünner. *L. vulgare*, besonders aber *L. Adami* kann in den Dimensionen der Kurztriebblätter sehr weit zurückgehen und schon in den Variationsbereich der *Purpureus*-Blätter fallen. Bei *L. Adami*, weniger (soweit ich sah) bei *L. vulgare*, kann auch ihre Gestalt durch die geringe Breite und schärfere Zuspitzung an *C. purpureus* erinnern.

Der Blattstiel wird bei allen drei Objekten von einem großen mittleren und zwei kleineren Gefäßbündeln durchzogen; die seitlichen sind bisweilen in zwei zerlegt. Über ihre Anordnung orientieren die Übersichtsbilder. (Fig. 3 auf S. 223.)

Der mittlere Strang stellt bei *L. Adami* und *vulgare* einen Ring von Gefäßbündeln dar, der an den eines dikotylen Stengels erinnert und wie dieser zwischen Phloem- und Xylemteilen ein Kambium besitzt. Der Ring wird durch markstrahlähnlich angeordnete Parenchymstreifen durchsetzt und ist bisweilen gegenüber den kleinen Bündeln unterbrochen. Bei *C. purpureus* findet sich eine ähnliche Gruppierung, doch

Tabelle III.

Blattepidermis von *L. Adami* und *purpureus*. Horizontale 2—5 bezieht sich auf Blätter, die Ende Mai in Leipzig, Horizontale 6—9 bezieht sich auf solche, die Mitte August in Heidelberg gesammelt waren.

	Oberseite		Unterseite	
	L. Adami	*C. purpureus*	*L. Adami*	*C. purpureus*
1. Macfarlanes Zahlen der Spaltöffn. . .	(12—14)	(27—30)	(17—20)	(30)
2. Zahl[1]) der Spaltöffn. auf $^1/_4$ mm^2 . .	19	33	29	41
3. Zahl der Epidermiszellen auf $^1/_4$ mm^2 .	234	382	279	342
4. Aus (3) berechnete Durchschnittsgröße der Epidermiszellen	0.00107 mm^2	0.00065 mm^2	0.00090 mm^2	0.00073 mm^2
5. Verteilungszahl der Spaltöffn.	12.3	11.6	9,6	8.2
6. Zahl der Spaltöffn. auf $^1/_4$ mm^2 . . .	16	27	22	38
7. Zahl der Epidermiszellen auf $^1/_4$ mm^2 .	180	280	200	300
8. Durchschnittsgröße der Epidermiszellen	0.00139 mm^2	0.00089 mm^2	0.00125 mm^2	0.00083 mm^2
9. Verteilungszahl der Spaltöffn.	11.2	10.4	9,1	7.9

ist hier das System nie, weder in den flacheren Stielen der Kurztrieb-, noch in denen der runden Langtriebblätter zum vollen Ringe geschlossen, sondern stets nur halbkreis- oder hufeisenförmig. In allen Fällen ist das Kambium den Sommer über tätig.

Die wesentlichsten Einzelheiten des Querschnittbildes stelle ich tabellarisch zusammen. Die Angaben beziehen sich auf Langtriebblätter normaler Größe, die im Juni mit $K_2Cr_2O_7$ fixiert worden waren. Für *C. purpureus* sind auch die entsprechenden Daten für ein Kurztriebblatt angeführt. In allen Fällen handelt es sich um Querschnitte durch den mittleren Teil des Stieles.

Rinde, Hauptstrang und Nebenstränge sind also bei *L. vulgare* und *Adami* in ihren Dimensionen ziemlich, in ihrem Habitus völlig gleich. Nur ist der Mischling stets ein wenig kleiner, während *C. purpureus* auch in den rundlichen Blattstielen gleich ganz bedeutend von beiden abweicht. In der Epidermis dagegen steht auch hier *L. vulgare* im Gegensatz zu den beiden anderen, z. B. durch die geringere Größe

[1]) Meine Zahlen sind Durchschnittswerte von je 5—10 unter sich gut übereinstimmenden Zählungen, zu denen ein in quadratische Felder geteiltes Okularmikrometer verwandt wurde. An den Rändern wurden Spaltöffnungen und Zellen gezählt, wenn ihr Mittelpunkt noch innerhalb der Grenzen des Meßquadrates lag. Die Zahlen der Epidermiszellen schließen auch die Spaltöffnungen in sich, wobei ein Schließzellenpaar als eine Epidermiszelle gewertet wurde.

der Zellen. Bemerkungswert ist, daß die Außenmembran des Mischlings in ihrer Dicke hinter beiden Stammpflanzen zurückbleiben kann.

Lamina. Die Epidermis der Blattunterseite ist bei *L. vulgare* ebenso wie Blattstiel und Stengel von dem beschriebenen Haarkleide besetzt, das dem *L. Adami* und dem *C. purpureus* abgeht. Ferner sind die Epidermiszellen beim ersten bedeutend kleiner als die der beiden anderen, außerdem haben sie, zumal auf der Blattunterseite, die Neigung, sich zu flachen Kegeln papillös vorzuwölben, was mir besonders in der Nähe der Spaltöffnungen auffiel. Ähnliche Bildungen vermißte ich bei den anderen völlig. Die Spaltöffnungen sind bei *L. vulgare* lediglich auf die Blattunterseite beschränkt, während sie bei *C. purpureus* auch auf der Oberseite reichlich vorkommen. Bei *L. Adami* finden wir auch diese Eigenschaft der Epidermis wieder, wie bereits MACFARLANE betonte[1]). Gleichzeitig hob dieser Autor aber hervor, daß die Zahl der Spaltöffnungen gegenüber der Stammart merklich reduziert sei. Ich fand diese interessante Beobachtung bestätigt und konstatierte auf einem Areal von ¼ mm² die in Tabelle III (Horizontale 2) genannten Zahlen. Sie stimmen mit MACFARLANEs Werten (Horizontale 1) einigermaßen überein, natürlich nur relativ, da sich seine Werte auf einen anderen Flächenraum beziehen[2]).

Es wäre aber übereilt, aus diesen Daten allein irgendwelche Schlüsse ziehen zu wollen. Man könnte es nur, wenn die Zahl der übrigen Epidermiszellen auf der gleichen Fläche sich ungefähr entspräche. Dies ist aber keineswegs der Fall. Die Zellen sind beim Mischling merklich größer als bei *C. purpureus*, damit aber ihre Zahl auf gleichem Raume entsprechend kleiner. Horizontale 3 der Tabelle gibt die Zahl der Epidermiszellen auf $^1/_4$ mm² an, Horizontale 4 die daraus berechneten Durchschnittswerte einer Epidermiszelle in mm² (1 mm² = 1000000 μ²). Horizontale 5 enthält die Verteilungszahl der Spaltöffnungen. Man erhält diese Größe, wenn man die Zellenzahl durch die Spaltöffnungenzahl dividiert; sie besagt also, auf wieviel Epidermiszellen durchschnittlich eine Spalte kommt.

Die resultierenden Werte zeigen, daß der Unterschied zwischen dem Mischling und *C. purpureus* in der Größe der Zellen viel bedeutender ist, als in der Verteilungszahl. Es würde also zu ganz

---

[1]) A. a. O. p. 265.

[2]) MACFARLANES Zahlen beziehen sich auf ein Gesichtsfeld von Zeiß D mit Okular 2.

falschen Vorstellungen führen, wenn man, unter einseitiger Berücksichtigung von Horizontale 2, sagen wollte, die Zahl der Spaltöffnungen sei gegenüber *C. purpureus* reduziert. Es muß vielmehr heißen: Bei annähernd gleicher Verteilung der Spaltöffnungen sind die Epidermiszellen bei jenem bedeutend größer als bei diesem.

Ganz entsprechende Resultate wie die in Horizontale 2—5 berücksichtigten, jugendlicheren, Blätter der Exemplare des Leipziger Botanischen Gartens lieferte vollkommen ausgewachsenes, im August im Heidelberger Garten gesammeltes Material (Horizontale 6—9). Nur sind hier die Blätter und ihre Zellen inzwischen etwas größer geworden und demgemäß die Zahl der auf der verglichenen Fläche vorhandenen Stomata bei beiden Pflanzen auf Oberseite und Unterseite geringer. Wenn trotzdem die Verteilungszahl gegenüber dem Frühjahrsmaterial kleiner ist, so könnte dies darauf beruhen, daß vielleicht noch einige Spaltöffnungen nachträglich angelegt worden sind. Für wahrscheinlich halte ich es nicht, möchte die Abweichung lieber auf die andere Herkunft des Materials, das sich unter anderen Bedingungen entwickelt hatte, zurückführen. An die Verteilungszahlen knüpft sich noch eine weitere Frage. Zwar ist die Differenz zwischen *L. Adami* und *C. purpureus* für entsprechende Zahlen jeder Serie nicht sehr groß, stets aber ist der Unterschied gleichsinnig und besagt, daß beim Mischling auch relativ einige Spaltöffnungen weniger vorhanden sind als auf der gleichen Blattfläche von *C. purpureus*. Diese Differenz wird nun an den untersuchten Blättern zum Teil gedeckt durch rudimentäre Stomata, die bei den Zählungen absichtlich übergangen wurden.

Neben normal entwickelten Spaltöffnungen kommen gelegentlich auch bei den Stammpflanzen Mißbildungen vor, am häufigsten derart, daß nur eine Schließzelle entwickelt ist. Viel zahlreicher finden sie sich jedoch beim Mischling. Oft ist zwischen der Schließzelle und der ungeteilten Epidermisnachbarzelle noch tatsächlich eine Spalte vorhanden, bisweilen sogar die Epidermiszelle an dieser ganz nach Schließzellenart mit verdickten und stärker kutinisierten Leisten versehen. Ähnliche Leisten und Spalten findet man auch hie und da zwischen zwei Epidermiszellen von sonst gewöhnlicher Größe und Form. Leider gelang es mir aber bisher nicht, sie auf Querschnitten zu Gesicht zu bekommen, so daß ich einstweilen von ihrer näheren Beschreibung und theoretischen Auswertung absehen möchte.

Außer durch die Stomata wird die Gleichartigkeit der Epidermis durch Zellen von etwas mehr als Durchschnittsgröße und stärkerer Lichtbrechung unterbrochen. Ihre basalen Membranen verquellen

unter Aufnahme von Wasser zu einer Gallerte, die Farbstoffe stark speichert. Es sind Schleimzellen, wie sie bei den Papilionaceen weit verbreitet sind[1]). Sie sind wahrscheinlich mit den „tonnenförmigen Zellen" der FUCHSschen Beschreibung gemeint[2]). Sie kommen in allen drei Pflanzen, aber von Blatt zu Blatt in sehr wechselnden Zahlen vor und geben als Bestandteil der Epidermis kein brauchbares Merkmal für unsere Untersuchung ab. Doch sind sie bei *C. purpureus* nicht auf die Epidermis beschränkt, sondern finden sich auch öfter in den inneren Schichten des Blattes, besonders auf der Unterseite in der zweiten und dritten Rindenschicht der Mittelrippe, während ich sie bei den anderen Pflanzen an analogen Stellen stets vermißte.

Das innere Gewebe der Blätter besteht in der Jugend aus vier Schichten. Die oberste wird zu Palisaden, die folgende liefert Zellen, die bald als eine zweite, aber lockere Reihe von etwas kürzeren und meist dickeren Palisaden anzusprechen sind, bald schon dem Schwammparenchym zugezählt werden müssen, die dritte Schicht liefert, meist nach einer Teilung, Schwammparenchym. Aus ihr gehen auch die kleineren Gefäßbündel, ausschließlich oder unter Beteiligung der Nachbarschichten, hervor, während die unterste, vierte meist unmittelbar zu Schwammparenchym wird. So setzt sich also das ausgewachsene Blatt aus mindestens vier, meist fünf bis sechs Schichten außer der Epidermis zusammen. Dies gilt für alle drei Pflanzen.

Für *C. purpureus* ist charakteristisch, daß auch die obere Schicht sich des öfteren teilt, so daß man neben längeren, ungeteilten Palisaden solche mit einer Querwand antrifft. Die oft, aber nicht durchweg vorhandene zweite Palisadenschicht kann sich hierauf zurückführen, kann aber auch in der eben genannten Weise zustandekommen. Die Länge der Palisaden schwankt je nach der Belichtung des Blattes wie auch bei anderen Pflanzen innerhalb weiter Grenzen. Ich fand sie gewöhnlich zwischen 35—50 μ, ihre Breite zwischen 12—20 μ liegen. Sehr charakteristisch ist die dichte Zusammendrängung des Schwammparenchyms, das, wie bereits MACFARLANE bemerkt, die erste Hälfte seines Namens kaum verdient.

L. vulgare soll nach FUCHS stets eine zweite Palisadenschicht entbehren. Findet man Palisadenzellen von typischem Aussehen auch

[1]) Abbildungen solcher Zellen findet man z. B. in HABERLANDTS Lehrbuch der physiologischen Anatomie, 4. Aufl., p. 106, Fig. 27. Vgl. auch SOLEREDER, System. Anatomie d. Dikotyledonen. Stuttgart 1809. p. 288.

[2]) A. a. O. p. 1285.

nicht so häufig in einer zweiten Reihe, wie beim obengenannten, so sind sie doch oft genug entwickelt, derivieren aber hier nach meinen Beobachtungen fast stets aus der zweiten der ursprünglichen Schichten und sind lockerer gefügt. Für das Schwammparenchym geben bereits die früheren Beobachter einen sehr lakunösen Aufbau an.

L. Adami gleicht im allgemeinen in dem Habitus und den Dimensionen seiner Zellen dem *L. vulgare*; hinsichtlich der Ausbildung von Interzellularen steht er in der Mitte zwischen den Stammarten. Der dichtere Zusammenschluß der Zellen bringt es mit sich, daß die zweite Schicht öfter als bei *L. vulgare* den Habitus von Palisaden gewinnt, was FUCHS als Ähnlichkeit mit *C. purpureus* deutete[1]).

In dem Habitus der Blattnervatur gleichen *L. vulgare* und *L. Adami* einander vollständig; beide zeigen das gleiche, reich verzweigte und anastomosierende Gefäßbündelnetz, das bei den kleinen Blättchen von *C. purpureus* naturgemäß viel schwächer entwickelt ist. Die Gefäßbündel sind von einer Scheide chlorophyllfreier Zellen umgeben, die ich bei *L. vulgare* ebenso schön entwickelt fand als bei *L. Adami* und *C. purpureus*[2]). An sie setzen nun bei allen stärkeren Bündeln des Goldregens wie des Mischlings noch einige weitere chlorophyllfreie Zellen bis zur Epidermis hin an. Dadurch kommt eine Unterbrechung des Schwammparenchyms und, was noch viel mehr in die Augen fällt und bereits in der Literatur mehrfach erwähnt wird, auch des dichten Palisadengewebes zustande. Dem *C. purpureus* fehlen die Fortsetzungen der Scheide bis zur Epidermis; hier zieht sich das Palisadengewebe auch über die Mittelrippe kontinuierlich hin.

Man könnte noch eine Anzahl weiterer gemeinsamer Unterschiede der *Laburna* gegenüber *C. purpureus* namhaft machen, wenn man Einzelheiten in der Bildung der Mittelrippen, des Blattrandes etc. berücksichtigen wollte. Ich halte es für unnötig, darüber hier zu berichten.

---

[1]) Nachträglich fand ich unter meinem in Heidelberg gesammelten Material eine Anzahl Adamiblätter, die sich durch zwei Schichten besonders langer Palisaden auszeichneten. Sie erreichten zusammen 150—160 μ, Dimensionen, wie ich sie allerdings bisher bei *L. vulgare* nicht (noch weniger aber bei *C. purpureus*) antraf. Leider fiel mir dieses Verhalten erst im Winter auf, daß ich seine Verbreitung nicht mehr prüfen konnte. Sollte es sich hier nicht um ein zufälliges, auch bei *L. vulgare* mögliches Vorkommen handeln, so verdiente diese Eigentümlichkeit größeres Interesse. Es handelt sich dann darum, den Faktor zu bestimmen, der die Abweichung verursachte. Am nächsten läge es wohl, an eine Änderung der Durchleuchtungsverhältnisse zu denken, wie sie infolge der anders gestalteten, mit Zellsaft von höherem Brechungsvermögen (Gerbstoffe!) erfüllten Epidermiszellen zustande kommen könnten.

[2]) Im Gegensatz zu FUCHS, der sie hier vermißte. A. a. O. p. 1286.

Blüte.

Die wesentlichsten morphologischen Eigentümlichkeiten der Blüten sind bereits von A. BRAUN[1]) beschrieben worden. Über ihre Anatomie liegen nur MACFARLANEs Arbeit und meine Mitteilung über ihren Farbstoffgehalt vor.

Die Kelchblätter sind wie bei den meisten Papilionaceen zu einer Röhre verwachsen, deren Oberlippe in zwei, deren Unterlippe in drei Zähnchen ausläuft. Bei *L. vulgare* ist die Kelchröhre ungefähr ebenso lang (etwa 4—5 mm), bei *C. purpureus* doppelt (etwa 8—10 mm). Bei *L. Adami* eineinhalbmal (etwa 6—7 mm) so lang als dick. Die zwei Zähnchen der Oberlippe sind bei *L. vulgare* klein und stehen dicht nebeneinander. Bei *C. purpureus* sind sie größer und weiter

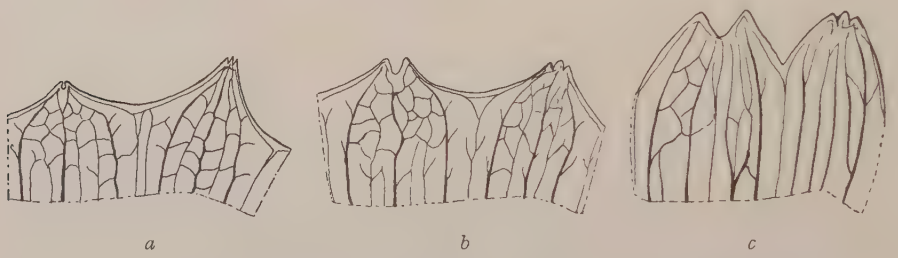


Fig. 12. Kelche *a)* von *L. vulgare*, *b)* von *L. Adami*, *c)* von *C. purpureus*. Aufgeschnitten und ausgebreitet. Vergr. ca. 3 : 1.

voneinander entfernt. Wie in den Dimensionen des ganzen Kelches, so steht auch in der Ausbildung dieser Zähnchen *L. Adami* genau in der Mitte, wie aus obenstehender Abbildung erhellt.

Die äußere (untere) Epidermis des Goldregenkelches ist von den üblichen, hier etwa 120—250 μ langen Haaren bedeckt. An der Spitze der Zähne stehen sie dichter und erreichen eine bedeutendere Größe, 350 μ und darüber. Außer den starren, der Epidermis angedrückten Haaren beobachtet man noch eine kleine Zahl von weicheren zartwandigen, schlauchförmigen, oft zerdrückten und verbogenen, leicht miteinander verflochtenen, die als zarter Saum den Rand der Lippen in der Nähe der Zähnchen bekleiden. *C. purpureus* besitzt eine glatte Kelchröhre, doch fallen bereits dem unbewaffneten Auge, besonders in größeren Knospen, Büschel von ca. 1 mm großen Haaren an den Spitzen der Zähne auf. Daneben kommen noch kleinere, weichere, die ganz den soeben für *L. vulgare* beschriebenen gleichen, vor, sind

[1]) A. BRAUN, Über *Cytisus Adami*. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforschender Freunde zu Berlin. Sitzung vom 17. Juni 1873. Bot. Zeitung Bd. 31, p. 636, 664.

aber nicht wie dort nur auf die Nähe der Zähnchen beschränkt, sondern bedecken als zarter Saum den ganzen Rand des Kelches. Die Fläche des Kelches ist beim Mischling wie bei *C. purpureus* glatt, sein Rand wie dort in der ganzen Ausdehnung behaart. Die Haare gleichen teilweise den soeben genannten, meist sind sie aber bedeutend kleiner und im Zusammenhange damit nicht verbogen. Häufig sind sie nur 50 bis 100 μ lang, bisweilen nur als lang papillöse Ausstülpungen der Epidermis anzusprechen. Die Büschel der größeren starren Haare an den Kelchzähnen, die bei *C. purpureus* so auffällig sind, können bei *L. Adami* einen sehr verschiedenen Ausbildungsgrad erfahren. Bisweilen fehlen sie völlig und die an den betreffenden Stellen vorhandenen Haare sind kaum so groß wie die des Goldregens. Manchmal aber erinnern sie stark an *C. purpureus*, ohne jedoch die dortige Größe ganz zu erreichen; dazwischen gibt es alle Abstufungen. Spaltöffnungen sind bei *L. vulgare* nur auf der Außenseite des Kelches entwickelt, bei *L. Adami* und *C. purpureus* auch auf der inneren. Doch ist in allen Fällen ihre Zahl sehr schwankend. Von Interesse ist hier auch das Auftreten des $K_2Cr_2O_7$-Niederschlages. Ich traf ihn, wie bereits erwähnt, beim Goldregen in den Basalzellen der Haare und in dem Gewebe der äußersten Kelchspitzen. Alle übrigen Zellen lassen ihn auch hier, abgesehen von leicht diffuser Gelbfärbung, vermissen. *C. purpureus* enthält in allen Zellen der äußeren Epidermis tiefbraune Niederschläge, desgleichen in den angrenzenden Zellen des lockeren Mesophylles, während die innere Epidermis so gut wie frei von ihnen ist. In der äußeren Epidermis des Mischlings stellt er sich ebenfalls in allen Zellen ein, erreicht aber nicht die gleiche Intensität; er fehlt in der inneren Epidermis und im Mesophyll. Nur in den Spitzen des Kelches ist er dort, wie bei *L. vulgare*, vorhanden. Das Mesophyll ist bei *C. purpureus* sehr locker; nur der Außenwand grenzen ein bis zwei mehr geschlossene Zellagen an. Auf diese folgt ein sehr lakunöses Schwammparenchym, dessen Interzellularen den Raum der Zellen um das Vielfache übertreffen. Beim Goldregen ist das betreffende Gewebe ganz unvergleichlich dichter, seine Interzellularen — im einzelnen von wechselnder Größe — beanspruchen nur höchst selten den gleichen Raum wie die Zellen und bleiben meist kleiner. Das gleiche gilt für *L. Adami*. Einige Male hatte ich den Eindruck, daß das Gewebe eine Spur lockerer sei, doch möchte ich keinen großen Wert darauf legen, da ja die Verhältnisse, wie gesagt, auch beim Goldregen schwanken.

Von den Blütenblättern bietet das größte Interesse das Vexillum, dessen Umrißformen aus nebenstehender Figur hervorgehen. Als be-

sonders charakteristischer Unterschied zwischen den Stammarten fällt der Übergang der Lamina in den Nagel auf: bei *L. vulgare* ist sie scharf mit herzförmigem Ausschnitt von dem gleichmäßig breiten Nagel abgesetzt, bei *C. purpureus* verläuft sie ganz allmählich in einen an der Basis schmäleren. *L. Adami* zeigt eine Mittelstellung, einen relativ plötzlichen Übergang, aber ohne herzförmige Ausrandung, in einen mäßig breiten Nagel. Ein anderes, in der Figur nicht zum Ausdruck kommendes Charakteristikum beruht auf der Ausbildung eines Kieles. Er ist am schärfsten und tiefsten bei *C. purpureus* und erreicht dort etwa $^3/_4$, bei *L. vulgare* $^1/_2$ bis $^3/_5$, bei *L. Adami* ein wenig mehr, etwa $^2/_3$ der Lamina. Diese Unterschiede wurden auch bisher von BRAUN u. a. angegeben. Ein recht merkwürdiges Verhalten des Mischlings, das ich oft zu beobachten Gelegenheit hatte, besteht in der Ausbildung zweier kleiner, mehr oder weniger deutlicher Lappen an dem unteren Teile der Blattfläche. Ich habe sie nie in der Literatur erwähnt gefunden, jedoch sind Andeutungen davon in einigen Abbildungen bereits zu sehen. Ihre Größe ist sehr wechselnd, manchmal sind sie nur durch eine scharfe Biegung der Umrißlinie markiert, sehr häufig sah ich sie aber die aus der Figur ersichtliche Größe erreichen. Sie sind im Verbande der Blüte meist sehr versteckt und entziehen sich oft der Wahrnehmung selbst dann, wenn man das Vexillum daraus entfernt, da sie gewöhnlich nach innen umgeklappt sind. Sie bieten insofern großes Interesse, als sie, morphologisch betrachtet, auf den ersten Blick eine entschiedene „Neubildung" gegenüber den Stammformen darstellen. Auf ihre Erklärung wird später zurückgekommen werden.

Die Nervatur ist, der Gestalt entsprechend, bei *L. vulgare* und *C. purpurens* ein wenig verschieden, gleicht aber bei *L. Adami* fast ganz der des Goldregens. Das Mesophyll nimmt bei allen vom Nagel nach der Spitze und den Rändern an Masse und an Dichte ab, doch ist es bei *L. vulgare* stets lockerer als an den analogen Stellen des *C. purpureus*, verhält sich also ebenso wie in den Blättern und umgekehrt wie im Kelche. Bei *L. Adami* ist es wohl meist ein wenig dichter als beim Goldregen.

Die Epidermis bietet mancherlei Eigentümlichkeiten. Auf die wesentlichste, die Ausbildung von Haaren, ist schon von A. BRAUN und MACFARLANE hingewiesen worden, doch bedürfen ihre Angaben bezüglich des Goldregens noch einer Ergänzung. Sein Vexillum ist zwar am Rande und auf der Oberseite vollständig haarfrei; auf der Unterseite zieht sich aber von der Spitze bis etwa zur Höhe des Saft-

Fig. 13. Vexilla von *a) L. vulgare, b) L. Adami, c) C. purpureus* in eine Ebene ausgebreitet und ca. $4^1/_2$ mal vergrößert.

males eine bisher übersehene, mediane Leiste von etwa 150—200 dreizelligen Haaren hin. In ihren basalen Zellen können die obersten (wie beim Kelche) Gerbstoffniederschläge zeigen. Analoge Bildungen auf der Rückseite fehlen den beiden anderen stets. Dafür besitzen sie aber an zwei Stellen Haare, wo sie beim Goldregen vermißt werden. Erstens an der durch die Kielung gebildeten Rille auf der Oberseite der Lamina, zweitens an ihrem Rande, dort wo sie in den Nagel übergeht. Hier ist ihre Zahl bei *C. purpureus*, wie ich in Übereinstimmung mit MACFARLANE konstatierte, ungefähr 130. Der Mischling besitzt etwas weniger. MACFARLANE gibt dafür 60—65 an. Ich fand ihre Zahl sehr variabel, teils noch kleiner (50), teils auch wesentlich größer (etwa 100).

Weitere interessante Beziehungen deckt das Studium der Außenmembran der Epidermiszellen auf. Sie gibt in zweierlei Hinsicht gute Merkmale ab, erstens in dem Grade ihrer Vorwölbung, zweitens in der Art ihrer Kutikularstruktur. Ich habe beiden gleich im Anfange meiner Untersuchungen eingehendere Beachtung geschenkt und besonders die Mannigfaltigkeit und Verbreitung der letztgenannten studiert. Doch will ich mich hier auf das Allerwichtigste beschränken und nur für die Oberseite des Vexillums einige Details anführen. Auf der ganzen oberen, zurückgeschlagenen Hälfte dieses Blattes sind die Zellen zu Kegeln ausgewachsen, deren Form im einzelnen, je nach der Lage, kleine Unterschiede zeigt. Die Höhe des freien, kegelförmigen Teiles der Zelle (etwa 15—20 μ) beträgt ca. zwei Drittel des Zelldurchmessers. Von der Basis des Kegels erstrecken sich in geraden oder mehr geschlängelten Linien nach seiner Spitze zarte, etwa 1 μ starke Leisten, die um so höher und markierter werden, je mehr sie sich ihr nähern. Ihre Zahl schwankt meist zwischen 25 und 35, an bestimmten Stellen ist sie noch größer. Das mikroskopische Gesamtbild der Oberfläche ist sehr charakteristisch. Es erinnert — je nach dem Ort und der Einstellung der Bildebene — lebhaft an die kartographische Darstellung von Bergkuppen oder Vulkanen in Schraffenmanier. Weiter nach innen werden die Kegel flacher, bis sie schließlich ganz verschwinden. Die Leisten der Kutikula werden welliger und weniger markiert und bilden schließlich ein unregelmäßiges, dichtes Netzwerk in der Mitte der Zelle, von dem nach den Nachbarn zu Ausläufer strahlen. *L. Adami* wie *C. purpureus* zeigen an der Spitze des Vexillums weder die papillöse Vorwölbung zu hohen spitzen Kegeln, noch diese Ausbildung der Kutikularleisten. Ihre Epidermisaußenwände sind nur ganz leicht gewölbte Buckel; die Leisten bilden bei *C. purpureus*

ein außerordentlich dichtes Netzwerk, das nur an den Rändern der Zelle etwas lockerer wird und mit dem der Nachbarzellen kommuniziert. *L. Adami* besitzt dagegen meist so feine Kutikularstruktur, daß sie in den gewöhnlichen Einschlußmedien fast kaum zu sehen ist. Am besten hebt sie sich von der abgelösten und dem Objektträger flach aufgetrockneten Epidermisaußenwand ab. In solchen Präparaten sieht man, daß ihr Bauplan mit dem von *C. purpureus* übereinstimmt. Auch auf der übrigen Blattfläche fehlen Papillen völlig. Die Struktur wird aber je weiter nach innen desto deutlicher. Die Zahl der feinen Leisten nimmt ab, ihre Stärke zu. Gleichzeitig entwirrt sich das Netz, die Leisten erhalten einen mehr parallelen, geradlinigen Verlauf und zeigen nur in dem über der Zellmitte gelegenen Drittel eine stärkere Wellung. Dort sind sie auch am kräftigsten. Der nächste Schritt in dieser Differenzierung besteht in dem Verschmelzen benachbarter Leisten in der Mitte, wie es Figur 14c zeigt. Schließlich wird der Höhenpunkt damit erreicht, daß die Leisten — um wieder ein geographisches Bild zu gebrauchen — ein nur von wenigen Vertiefungen durchzogenes Hochplateau bilden. Noch weiter dem Nagel zu nehmen die Zellen eine gestrecktere Gestalt an, bewahren ihre Struktur aber noch eine Zeitlang. Beim Mischling liegen die Verhältnisse im Prinzip ähnlich wie bei *C. purpureus*, nur erreichen die Strukturen keine gleiche Mächtigkeit. Aus allem ergibt sich, daß wohl eine merkliche Verschiedenheit in der Intensität der Verdickung, nicht aber ein davon prinzipiell verschiedener Bauplan zwischen ihnen besteht, während sich *L. vulgare* von beiden darin wesentlich unterscheidet.

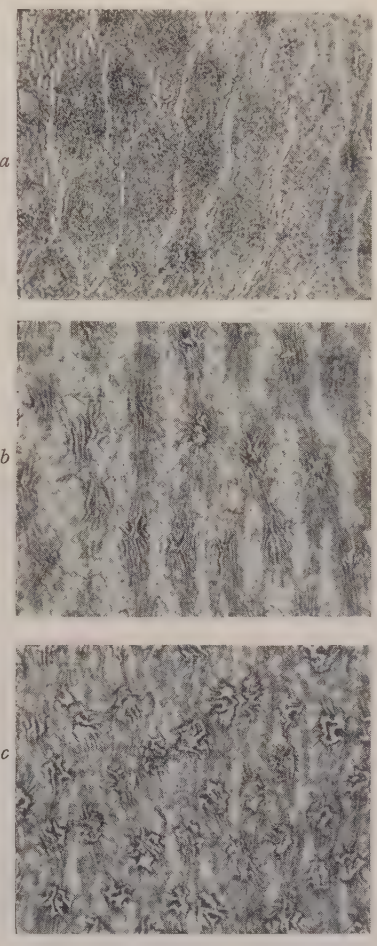


Fig. 14.
Kulikularstruktur aus der unteren Hälfte der Vexilla (Oberseite) von *a) L. vulgare, b) L. Adami, c) C. purpureus.* Mikrophotogramme. Vergr. ca. 175 : 1.

Die übrigen Blütenblätter will ich hier nicht ausführlich beschreiben. Zwischen den größeren *Laburnum*- und den kleinen *Purpureus*-Flügeln hält der Mischling etwa die Mitte. Bezüglich der Behaarung liegen bei *Ala* und *Carina* ähnliche Verhältnisse vor, wie bei der Fahne, worauf MACFARLANE schon aufmerksam machte. Die Untersuchung auf Papillen und Kutikularstruktur ergab ebenfalls analoge Resultate. Stets habe ich darin die prinzipielle Übereinstimmung von *L. Adami* mit *C. purpureus* feststellen können.

Über die Stamina ist wenig zu berichten. Die wichtige Tatsache, daß der Pollen des Mischlings ebensogut entwickelt ist wie der seiner Komponenten, ist längst bekannt. Merkliche, konstante Unterschiede in seinen Dimensionen habe ich nicht finden können. Bei Fixierung mit $K_2Cr_2O_7$ tritt eine diffuse, aber deutliche, helle Gelbfärbung bei allen dreien ein. Sie kann bei den Körnern derselben Anthere innerhalb gewisser Grenzen schwanken. *C. purpureus* ist eine Spur dunkler als *L. vulgare*. Ob *L. Adami* einen mittleren Farbton aufweist, möchte ich einstweilen noch dahingestellt sein lassen, da ich zurzeit nur über sehr spärliches, entsprechend fixiertes Material verfüge. MACFARLANE schloß aus der Farbe seines Alkoholmateriales, daß *L. vulgare* frei, *C. purpureus* reich an „tannin" sei, und will in dieser Differenz ein mögliches Befruchtungshemmnis sehen, das den Mißerfolg der bisherigen Versuche einer gegenseitigen Kreuzung erklären könnte. Wie aus dem Obigen hervorgeht, sind aber entsprechend große Differenzen de facto nicht vorhanden. Was MACFARLANE gesehen, war lediglich ein Erfolg der bereits auf p. 227 erörterten, nekrobiotischen Reaktion, deren Zustandekommen bei dem reicheren Gerbstoffgehalt des Konnektivs nicht wundernehmen kann. Auf eine mittlere Färbung des *Adami*-Pollens aus Alkoholmaterial ist deshalb kein großes Gewicht zu legen. In den Filameten sind die $K_2Cr_2O_7$-Niederschläge auch bei *C. purpureus* verhältnismäßig spärlich vertreten, nur in der Gegend der Gefäßbündel findet man regelmäßig einige Körner, nicht in der Epidermis. Beim Goldregen und beim Mischling vermißte ich sie stets ganz. Dagegen sind sie in den freien Teilen der Staubfäden von *C. purpureus* und *L. Adami* ebenso wie im Konnektiv vorhanden.

Einige Eigentümlichkeiten des Fruchtknotens hat bereits MACFARLANE erwähnt. Ich hebe von ihnen nur das Kleid typischer Haare für den Goldregen, ihr Fehlen bei den anderen hervor. Von großem Interesse sind dagegen die Samenanlagen. Seit CASPARYs

Entdeckung der Monstrosität der *Adami*-Ovula[1]) ist diese mehrfach bestätigt und oft diskutiert, zuletzt eingehender von TISCHLER untersucht und abgebildet worden[2]). Sie besteht darin, daß der Nucellus sehr oft entweder mit dem inneren Integument oder ohne dieses weit aus der Mikropyle herauswächst und meist nur einen degenerierten, bisweilen überhaupt keinen Embryosack entwickelt. Einzelheiten kann ich unter Hinweis auf TISCHLERs Arbeit übergehen. Die Form der Mißbildung sowie die Größe der Ovula geht aus Figur 15 hervor.

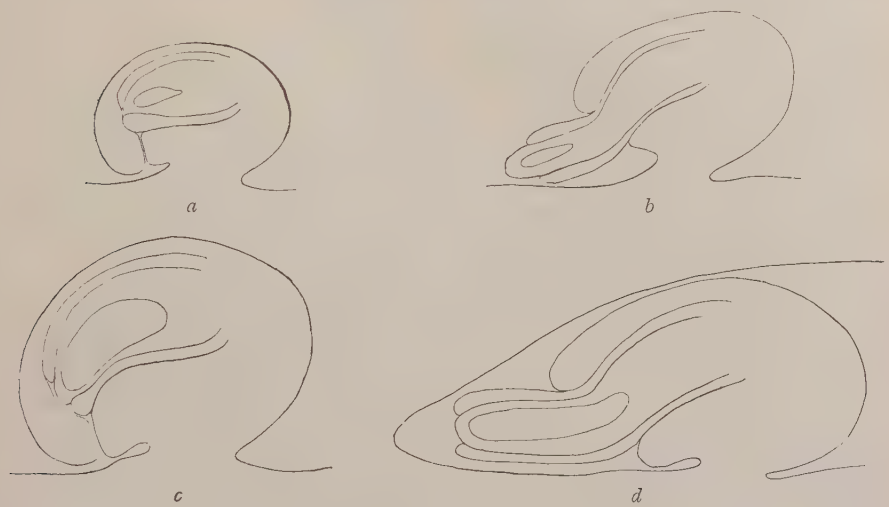


Fig. 15. Ovula im Längsschnitt.
a) von *C. purpureus*, *b)* von *L. Adami*, *c)* von *L. vulgare* (normal), *d)* ein durch den Druck des Karpelles deformiertes Ovulum von *L. vulgare*. Vergr. ca. 80 : 1.

Bereits STRASBURGER[3]) hat darauf aufmerksam gemacht, daß der große Unterschied, den die beiden Eltern des „Bastards" in dieser Beziehung aufweisen, für die Monstrosität verantwortlich sein könnte.

Noch viel verständlicher wird dies freilich unter der neuen Beleuchtung. Die Integumente entwickeln sich normalerweise aus der Epidermis. Sie sind dann also reiner *C. purpureus*, der Nucellus besteht (abgesehen von der Epidermis) lediglich aus *Laburnum*-Zellen. Aus den ihnen innewohnenden, differenten Wachstumsintensitäten resultiert

[1]) CASPARI, Vortrag in Verhandlungen d. nat. Vereins d. preuß. Rheinlande und Westfalens. 1858. Gedruckt in Flora 1859, p. 122.

[2]) G. TISCHLER, Über eine merkwürdige Wachstumserscheinung in den Samenanlagen von *Cytisus Adami*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 21 (1903), p. 82.

[3]) A. a. O. 1906, p. 67.

die Disharmonie. Die an der jungen Samenanlage sich ausgliedernden Integumente vermögen nicht den größer werdenden Nucellus zu umschließen. Ein interessantes Licht auf die dabei wirksamen Faktoren wirft ein Befund, den ich beim Goldregen machte. Ich fand dort eine Anomalie, die auffallend an die des Mischlings erinnerte. Eine nähere Betrachtung der Schnittserie zeigte, daß dies Ovulum, das oberste im Fruchtknoten, in dem ihm zur Verfügung stehenden Raume gegenüber den anderen sehr benachteiligt war, wie bereits aus dem zur Reproduktion gewählten Schnitte, deutlicher noch aus den mehr tangentialen, hervorgeht. Die Dimensionen der Mißbildung sind in der Richtung des Druckes etwas kleiner als die der normalen Samenanlage. Ich denke, in der sich zwangslos ergebenden Annahme nicht fehl zu gehen, daß der seitliche Druck auf das Ovulum der Wachstumsenergie des sich entwickelnden Nucellus keinen anderen Ausweg als die Mikropyle ließ. Das Experiment könnte leicht entscheiden, ob dem wirklich so ist. Der Embryosack war im genannten Falle übrigens gut entwickelt und enthielt normalen Eiapparat usw.

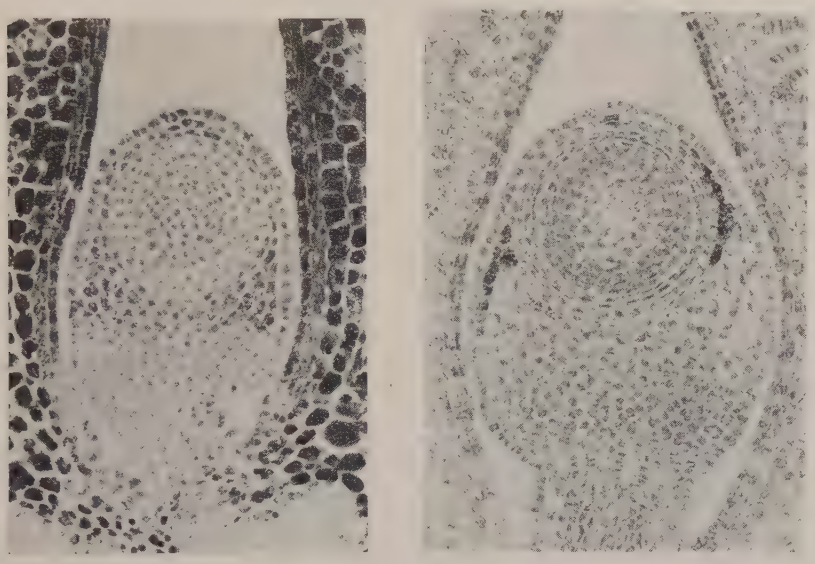
Auch für Fruchtknoten und Ovulum sind die $K_2Cr_2O_7$-Fällungen charakteristisch. Bei *C. purpureus* sind besonders die äußere Epidermis nebst anschließenden Schichten von tiefbraunen Ballen erfüllt, beim Goldregen sind sie auf Schnitten fast weiß. Dagegen ist hier eine deutliche Gelbfärbung des Zellinhaltes in den mittleren Schichten zu bemerken. Sie kehrt, vielleicht etwas stärker, bei *L. Adami* wieder. Daß die Fällungen in seiner Epidermis ganz der *Purpureus*-Komponente entsprechen, braucht wohl kaum besonders gesagt zu werden. Selbst die Ovula von *L. Adami* und *C. purpureus* enthalten körnige Niederschläge in einer Zone, deren Lage aus der Figur 16 erhellt. Bei *L. Adami* sind sie aber nur auf einige Zellen beschränkt. Bemerkenswert ist, daß sie hier teilweise scheinbar im Innern des Gewebekörpers, in der subepidermalen Schicht liegen. Doch ist es wahrscheinlich, daß es sich um Derivate der Epidermis handelt; mit Sicherheit könnte dies freilich nur durch ein genaues Verfolgen der Entwicklungsgeschichte entschieden werden. Auf jeden Fall ist ja die Epidermis imstande, bei der Bildung der Integumente Schichten von mehreren Zellagen hervorzubringen.

Früchte und Samen des Mischlings habe ich nicht beobachtet, doch fügen die von NOLL[1]) und HILDEBRAND[2]) beigebrachten Daten

[1]) A. a. O. 1907, p. 4 des Separatums.

[2]) HILDEBRAND, Über Sämlinge von *Cytisus Adami*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1908, Bd. 26a, p. 590.

sich gut in den allgemeinen Rahmen; danach sind die Früchte denen des Goldregens ähnlich, aber etwas kürzer und glatt wie bei *C. purpureus*. Die Samen gaben bekanntlich reines *L. vulgare*, was jetzt natürlich nicht wundernehmen kann. Interessant ist die Farbe der Samenschale. Sie ist beim Goldregen im trockenen Zustande schwarz, bei *C. purpureus* braun. Unter den 15 von HILDEBRAND im August 1906 gesammelten Samen des Mischlings waren acht schwarz, sieben hingegen



a *b*

Fig. 16. Querschnitte durch die Ovula von *a) C. purpureus, b) L. Adami* zur Demonstration der $K_2Cr_2O_7$-Niederschläge. Mikrophotogramme. Vergr. ca. 175 : 1.

braun gefleckt. Daraus scheint, wenn anders man aus der Beschreibung Schlüsse ziehen darf, hervorzugehen, daß die Integumente bei den einen total, bei den anderen partiell zu *Laburnum vulgare* zurückgeschlagen waren. Verhältnisse, wie uns ähnliche an Blättern noch beschäftigen werden.

Diskussion der Ergebnisse.

Die vorliegende Analyse will, wenn ich auch glaube, nichts Wesentliches übergangen zu haben, keinen Anspruch auf absolute Vollständigkeit machen. Die vorgebrachten Tatsachen dürften jedoch selbst den

überzeugen, der bisher der Deutung der Pflanze als Periklinalchimäre skeptisch gegenüberstand. Die Differenzierung der Kerne erreicht freilich auch bei den Stammpflanzen nicht durchweg den wünschenswerten Grad der Deutlichkeit, daß man ihre Identität mit denen der zentralen oder peripheren Komponente stets nachweisen könnte. Da aber alle Kerne der normalen Epidermis sich voneinander ableiten, ebenso wie an ihrer genetischen Kontinuität im übrigen Gewebe nicht gezweifelt werden kann, dürften sie auch da ihre spezifischen Charaktere bewahren, wo die bisher angewandten Hilfsmittel zu ihrer Sichtbarmachung versagten. Das gleiche können wir wohl für die Chromatophoren annehmen. Inwieweit es aber auch für das Protoplasma gelte, läßt sich ohne weiteres nicht absehen, da ja die Protoplasten der peripheren Komponente mit denen der zentralen durch Plasmodesmen in Verbindung stehen. Die Plasmodesmen habe ich freilich nur für junge Stammpartien nachgewiesen, doch haben wir wohl kaum ein Recht, an ihrer allgemeinen Verbreitung zu zweifeln. Der Nachweis von Plasmodesmen zwischen artfremdem Gewebe ist übrigens hier nicht zum ersten Male geführt worden. Bereits STRASBURGER[1]) hat sie zwischen Zellen von *Abies* und *Picea*, die in gewöhnlicher Pfropfsymbiose standen, gefunden. Zwar sind von anderer Seite dagegen Zweifel gehegt worden[2]), wie mir scheint, aber zu Unrecht. Selbst wenn ihr Nachweis nicht erbracht wäre, müßte man wohl ihr Vorhandensein theoretisch postulieren, wenn anders die „Kontinuität" der Protoplasten für ihr harmonisches Zusammenwirken überhaupt notwendig ist. Wie wir uns aber diese Kontinuität im einzelnen zu denken haben, dafür gibt es nur wenig Anhaltspunkte. Sie braucht auch durchaus nicht überall in der gleichen Weise realisiert zu sein. Auf der einen Seite lehren bereits die Versuche MIEHEs[3]), daß unter Umständen selbst Kerne die Plasmodesmen passieren können. Nach FARMER, MOORE und DIGBY[4]) ist Analoges sogar für manche Prothallien ein „normaler" Vorgang. Auf der anderen Seite sehen wir benachbarte, artgleiche Zellen so auffällige Unterschiede in Gestalt, Aus-

[1]) STRASBURGER, Über Plasmaverbindung pflanzlicher Zellen. Jahrbuch für wiss. Bot. 1901, Bd. 36, p. 582. Ferner STRASBURGER, Die Ontogenie der Zelle seit 1875. Progressus rei Bot., Bd. 1, 1907, p. 104.

[2]) A. MEYER und E. SCHMIDT, Über die gegenseitige Beeinflussung der Symbionten heteroplastischer Transplantation mit besonderer Berücksichtigung der Wanderung der Alkaloide durch die Pfropfstellen. Flora 1910, Bd. 100.

[3]) MIEHE, Über die Wanderung des pflanzlichen Zellkernes. Flora 1901, Bd. 88.

[4]) FARMER, MOORE, DIGBY, Studies in Apospory and Apogamy in Ferns. Ann. of Bot. 1907, Bd. 21, p. 161—199.

bildung und Inhalt erfahren, daß wir wohl annehmen müssen, zwischen ihren Protoplasten lägen wesentliche Unterschiede vor, die normalerweise nicht durch Plasmaverbindung ausgeglichen werden. Es liegt danach auch keine prinzipielle Schwierigkeit in der Vorstellung von Plasmodesmen zwischen artfremden Zellen. Die Protoplasten brauchen dabei sich keineswegs weder ganz noch auch nur an ihren Grenzen zu vermischen. Zur Vermittlung vieler der theoretisch geforderten Leistungen der Plasmodesmen dürfte sicher ein enger Kontakt der Protoplasten genügen[1]). Wenn wir zwei Stücke Metalles, z. B. Kupfer und Eisen, aneinanderschweißen, so bilden sie nun in vieler Hinsicht ein Ganzes. Wärme- oder Elektrizitätsmengen, die wir dem einen Teile zuführen, werden sich auch dem anderen mitteilen. Seine spezifischen Eigenschaften hat aber weder der Kupfer- noch der Eisenteil verloren. Eine Kontaktverbindung der Protoplasten braucht auch den Übertritt diskreter, sogar relativ großer, materieller Teilchen nicht auszuschließen. Doch ist hier nicht der Ort, den Gegenstand näher zu diskutieren. Was wir aber zu erwarten hätten, wenn etwa das ungeformte Protoplasma zweier artfremder Nachbarzellen, zu einem gleichartigen Ganzen sich gegenseitig durchdringend und vermischend, verschmölze, während die Kerne ihre differenten, spezifischen Charaktere bewahrten, läßt sich kaum voraussagen, da wir über die Rolle, die bei dem Zusammenwirken von Kern und Plasma einem jeden zufällt, im allgemeinen noch recht wenig wissen. Verlegen wir in den Kern nicht nur die materiellen Träger erblicher Eigenschaften, sondern auch das Regulationszentrum für alle vitalen Prozesse der Zelle, bleiben also, um gleich einen ganz extremen Ausdruck zu wählen, für das Plasma gewissermaßen nur Handlangerdienste übrig, so könnte man sich vorstellen, daß auch trotz der Vermischung der Protoplasten eine der ursprünglichen analoge, vielleicht nur nicht so scharf ausgesprochene, Verschiedenheit der Gesamtzelle bestehen bleibe. Es würde ein jeder der differenten Kerne der Tätigkeit des „Symplasten" seinen Stempel aufdrücken und ihn lediglich zur Verrichtung der Funktion veranlassen, die seiner eigenen Konstitution entsprächen. Größere Wahrscheinlichkeit hätte (in dem Falle der Verschmelzung) eine gegenseitige Beeinflussung von Kern und Plasma, derart, daß gleichsam ein Kompromiß zwischen ihren verschiedenen Tendenzen auf einer mittleren Linie zustande käme, entweder in allen Zellen gleichartig, oder in der Weise, daß bald diese, bald jene — vielleicht im Sinne einer für den

[1]) Vgl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie II. Aufl., Bd. I, p. 26, 97 und Bd. II, p. 219.

Gesamtorganismus zweckmäßigen Reaktion — prävalierten[1]). Versuche, artverschiedene Protoplasten oder Teile von ihnen auf einem anderen als sexuellen Wege zur Vereinigung zu bringen, sind bereits bei niederen Organismen gemacht worden; soweit mir bekannt, stets mit negativem Erfolge. Ich erinnere nur an die Unmöglichkeit, zwei Plasmodien verwandter Myxomyceten[2]) zur Vereinigung zu bringen, und NOLLs vergebliche Versuche[3]), etwas Ähnliches bei Siphoneen zu erreichen, während die Verschmelzung von Teilen desselben Individuums oder auch derselben Art relativ leicht gelingt. Aus den bisherigen Mißerfolgen darf natürlich nicht auf die absolute Unmöglichkeit solcher Vorgänge geschlossen werden. In unserem Falle des *Laburnum Adami* liegt jedenfalls kein Grund vor, sie allgemein anzunehmen, eine Auffassung, die insbesondere in der Verteilung der durch $K_2Cr_2O_7$ niedergeschlagenen Körper sowie der Enzyme eine Stütze findet.

Die Möglichkeit, daß in *L. vulgare* ebenfalls „Gerbstoffe" in großer Menge allgemein verbreitet sein könnten, ihre Fällung aber durch irgendwelche unbekannten Bedingungen, z. B. durch die Anwesenheit eines anderen Körpers, verhindert werde, wollen wir nicht weiter erörtern; die aus der Verteilung des Niederschlages gewonnenen Resultate blieben ohnehin dieselben.

Artreine Individuen von Pflanzen, die normalerweise Gerbstoffe nur in der Epidermis führen (wie z. B. *Morus*, *Evonymus*, *Syringa*, *Sambucus*, *Filipendula* und *Solanum tuberosum*)[4]) kommen für einen näheren Vergleich mit unserem Mischling nicht in Betracht. Wie sich sexuelle Bastarde zwischen einer gerbstoffreichen und einer gerbstoffarmen oder freien Pflanze verhalten, habe ich noch nicht ermitteln können; den Beweis, daß die den Gerbstoffen nahestehenden Anthocyane (ebenso wie die gelben Chromatophoren) bei sexuellen Bastarden nicht in analoger Weise topographisch isoliert werden, konnte ich, wie bereits bemerkt, für wenigstens einen, *Ribes Gordonianum*, erbringen. Von größerem Interesse wäre es freilich, auch einen sexuellen Bastard zwischen einem rot- und einem gelbblütigen *Cytisus* daraufhin zu untersuchen. Ein solcher ist, gewöhnlich unter der Bezeichnung

[1]) Es ließen sich natürlich noch andere Modalitäten einer gegenseitigen Einwirkung denken.

[2]) DE BARY, Vergleiche der Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien, 1884, p. 458. Ferner LISTER, Monograph of the Mycetozoa, 1894, p. 7.

[3]) NOLL, Pfropf- und Verwachsungsversuche mit Siphoneen. Sitzungsber. der niederrh. Ges. für Natur- u. Heilk. zu Bonn. Sitzung vom 14. Juni 1897. Referiert in Bot. Zeitung 1897 II, p. 291.

[4]) G. KRAUS, Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffes. Leipzig 1889. p. 50.

C. versicolor[1]), in der dendrologischen Literatur aufgeführt. Auch der Spezialist dieser Gattung, BRIQUET[2]), gibt Kreuzungen, die zuverlässige Synopsis[3]) wenigstens eine an *(C. purpureus × hirsutus - - C. versicolor)*. Ich habe sie leider noch nicht beobachten können, hoffe aber im kommenden Frühjahr einiger Blüten habhaft zu werden[4]).

Die über die oxydierenden Enzyme ermittelten Tatsachen stehen in bester Übereinstimmung mit allen übrigen Befunden, doch sind meine entsprechenden Untersuchungen nicht ausgedehnt genug, um zu weitergehenden Schlüssen Veranlassung zu geben. Eine nähere Verfolgung dieser Körper scheint mir aber recht lohnend zu sein.

Was über die strikte Bindung aller dieser Produkte an ihre arteigenen Zellen ermittelt wurde, fügt sich zwanglos in das bisher für Pfropfsymbionten gewöhnlicher Natur bekannte Tatsachenmaterial, das erst neuerdings von A. MEYER[5]) im Zusammenhang einer kritischen Erörterung unterzogen wurde. Ich will aus ihr nur hervorheben, daß für die Wanderung des Anthocyans durch die Pfropfstellen, die früher vielfach behauptet wurde[6]), keinerlei stichhaltige Beweisgründe vorliegen. Unter gewöhnlichen Umständen diffundieren bekanntlich weder Anthocyane noch Gerbstoffe aus lebenden Zellen, ebensowenig wie man diese Körper künstlich in sie einführen kann. Sie können demnach, wenn nicht ganz besondere Permeabilitätsverhältnisse vorliegen, überhaupt nicht unzersetzt wandern, sondern nur ihre permeablen Umwandlungsprodukte, aus denen sie sich dann eventuell neu bilden könnten. Unter diesen Umständen ist ihre strenge Bindung an die arteigenen Zellen verständlich. Anders liegen die Verhältnisse bei den Alkaloiden. Für sie ist die Überwanderung durch die Pfropfstelle von MEYER und SCHMIDT nachgewiesen, und zwar fanden sie das artfremde Alkaloid besonders an Stellen, wo auch das arteigene gespeichert wird. Wenn ein Analogieschluß auf die Eigenschaften anderer Alkaloide, die leicht in lebende Zellen eindringen, zulässig ist,

---

1) BEISNER, SCHELLE, ZABEL, Handbuch der Laubholzbenennung. 1903. p. 265 (zitiert nach Aschers. u. Gräbn. Synops.).

2) J. BRIQUET, Etudes sur les Cytises des Alpes maritimes. Genf 1894.

3) ASCHERSON u. GRÄBNER, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Bd. VI, 2, p. 326.

4) (Nachträgliche Anmerkung.) Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Firma SPÄTH habe ich im Mai dieses Jahres Blüten der Pflanze untersuchen können. Die Färbung war viel blasser als bei den Stammarten, die Verteilung der Farbstoffe aber ganz so wie bei *Ribes Gordonianum*.

5) A. a. O. p. 346.

6) Literatur bei A. MEYER a. a. O.

steht dem Übertritt des Körpers auch in artfremde Zellen nichts im Wege. Wie nun diffusionsfähige Körper doch in bestimmten Zellen außerordentlich gespeichert werden können — ich erinnere an das klassische Beispiel des Methylenblaues —, so können die in der Speicherung der Alkaloide besonders leistungsfähigen Phellodermzellen auch die artfremden in besonderem Maße in sich konzentrieren. Ob auch in unseren Pflanzen der Untersuchung zugängliche Alkaloide vorhanden sind, die sich eventuell ähnlich verhielten, habe ich nicht festgestellt.

Die Gesamtheit der für die allgemeinen Eigenschaften der Zelle gefundenen Übereinstimmungen erlaubt uns bereits unsere Periklinalchimäre genauer zu charakterisieren: sie stellt eine von der gewöhnlichen Pfropfsymbiose physiologisch nicht prinzipiell verschiedene Vereinigung artfremder Zellen vor. Das, was sie im wesentlichen von ihr unterscheidet, ist, ganz extrem ausgedrückt, ein topographisches Moment: die Anordnung der Zellen zu einem gemeinsamen Vegetationskegel. Während sonst das Pfropfreis gewissermaßen die Wurzeln der Unterlage, dieses die Knospen des Reises adoptiert, so übernimmt hier der innere Komplex des Vegetationskegels der einen Komponente die Epidermis der anderen. Das derartig konstituierte Meristem und seine Derivate bilden nun nicht nur eine physiologische, sondern auch eine morphologische, keineswegs aber eine zytologische Einheit. Man kann also in diesem Sinne die Pflanze mit den Flechten vergleichen, besonders mit jenen, die wie z. B. *Ephebe, Usnea* u. a. eine ähnliche konzentrische Anordnung ihrer Komponenten zeigen. In anderer Hinsicht stehen die Flechten natürlich sowohl durch den verwandtschaftlichen Abstand ihrer Symbionten, als auch selbstverständlich in dem Grade ihrer histologischen Verkettung auf einer ganz anderen Stufe.

Die Existenzfähigkeit eines derartig aufgebauten Organismus wirft ein interessantes Licht auf die Beziehungen, die zwischen den einzelnen Zellen einer Gewebeschicht untereinander und zum Gesamtorganismus bestehen. Sie lehrt, daß trotz der spezifischen Verschiedenheiten der Zellen ein harmonisches Zusammenwirken zustandekommen kann. So konservativ auch die Zellen in ihren einzelnen morphotischen Tendenzen und Differenzierungen bleiben, in physiologischer Hinsicht leisten sie meist auf eine weitergehende Autonomie Verzicht und treten als Teile eines einheitlichen Organismus zu gemeinsamer, ersprießlicher Arbeit zusammen. Und dies, obwohl die artfremden Zellschichten, wie die Rückschläge lehren, der Potenz nach sehr wohl imstande sind, aus sich selbst einen ganzen Organismus artgleicher Zellen hervorgehen

zu lassen. Offenbar sind also die durch die räumliche Anordnung am Vegetationskegel einmal geschaffenen Beziehungen und Korrelationen enger und stärker als das Bestreben nach artgleicher Ergänzung. Diesem wird erst Raum gegeben, wenn durch bestimmte, später näher zu präzisierende Verhältnisse die gegebene Verkettung gelöst ist.

Die aus einem solchen Meristem sich aufbauende Pflanze kann sich in vieler Beziehung morphologisch „intermediär" zu ihren Komponenten verhalten. Unter Umständen können wir daraus sogar Schlüsse auf den Anteil, den die einzelnen Gewebeschichten an der morphologischen Differenzierung überhaupt besitzen, ziehen. Wenn der Gesamtwuchs von *L. Adami* dem von *L. vulgare* gleicht, so leuchtet ein, daß dies auf die ausschlaggebende Tätigkeit der zentralen Zellen des Urmeristems und seiner Derivate zurückzuführen ist; die Epidermis richtet sich nach ihr, soweit ich nach einigen orientierenden Messungen schließen darf, sogar sehr weitgehend. Ich fand nämlich keinen wesentlichen Unterschied in der Länge und in der Dicke ein- und zweijähriger, ausgewachsener Zweige.

In den Blättern macht sich dagegen der Einfluß der Epidermis deutlich geltend. Ihre Dimensionen werden kleiner, ihre Gewebe. besonders das Schwammparenchym, dichter. Umgekehrt wird aber auch die Epidermis etwas verändert. Ihre Zellen werden durchschnittlich größer als auf dem eigenen Mesophyll. Ihre Zahl wird natürlich bedeutend vermehrt. Unter Zuhilfenahme der in Tabelle III niedergelegten Werte läßt sie sich schätzungsweise

für eine durchschnittsgroße Mittelfieder von *C. purpureus* (120 mm² Inhalt) mit 183000 auf der Oberseite, mit 164000 auf der Unterseite,

für eine entsprechende von *Adami* (600 mm² Inhalt) mit 580000 auf der Oberseite, mit 690000 auf der Unterseite,

für eine große *Adami*-Fieder (1200 mm² Inhalt) mit 1160000 auf der Oberseite, mit 1380000 auf der Unterseite

veranschlagen. Während der Flächeninhalt des letzten Blattes zehnmal größer ist als bei *C. purpureus*, ist die Zellenzahl auf seiner Unterseite nur 6,3 mal, auf der Oberseite 8,4 mal so groß als dort, Lassen sich ähnliche Unterschiede durchgehend bestätigen, so würden sie eine merkliche Verschiedenheit in der Reaktionsweise der beiderseitigen Zellen dokumentieren. — Abgesehen von dem unwesentlichen S. 248 namhaft gemachten, sind Einflüsse auf die Blattgestalt des Mischlings mit Rücksicht auf die Formähnlichkeit der Elterblätter nicht zu erwarten. Hier sind die *Crataegomespili* und WINKLERS Pflanzen instruktiver.

Der Kelch ist das einzige mir bekannte Organ, das bei *C. purpureus* wesentlich stattlichere Dimensionen besitzt als bei *L. vulgare*. Aus der intermediären Größe des *Adami*-Kelches geht nun hervor, daß die Epidermis, nicht nur wie bei den Blättern die Entwicklung der anderen Komponente herabzudrücken, sondern sie auch zu fördern vermag. Auch bezüglich des Mesophylles liegen beim Kelche der Stammpflanzen die Dinge umgekehrt wie bei den Blättern. Hier ist es bei *C. purpureus* lakunöser. Die definitive Entscheidung der Frage, ob beim Mischling die Epidermis ihren Einfluß im Sinne einer Auflockerung des Goldregengewebes geltend mache, muß ich noch bis zur nächsten Blütezeit verschieben. Nach meinem konservierten Materiale zu urteilen, ist es nicht, oder nur in geringerem Maße der Fall.

In der allgemeinen Umrißform und Größe der Blütenblätter hält der Mischling ebenfalls ungefähr die Mitte. Nur die beiden seitlichen Läppchen an der Basis des Vexillums überraschen bei der ersten Betrachtung, eine nähere Untersuchung gestaltet aber ihre Erklärung recht einfach. Zeichnet man, wie dies in nebenstehender Figur geschehen, die Umrißlinien übereinander, so fällt weniger der Lappen als der Einschnitt über ihm auf. Es läßt sich nun leicht feststellen, daß die außerhalb der *Adami*-Linie liegenden Teile des Goldregenblattes in der Hauptsache nur aus der oberen und unteren Epidermis bestehen und nur einige zarte Gefäßbündel und wenige Mesophyllzellen zwischen ihnen liegen, während das Gewebe des Läppchens und der entsprechenden Stelle beim *Laburnum vulgare* relativ kompakt sind. Zur Erklärung werden wir, was auch im Hinblick auf die Formverhältnisse der übrigen Periklinalchimären nicht überraschen kann, der Epidermis eine gewisse Selbständigkeit in der morphologischen Gestaltung zuschreiben müssen. Die *Purpureus*-Epidermis sucht ihre ererbte morphotische Tendenz ebenso zur Geltung zu bringen, wie das innere Goldregengewebe die seine. Dies führt nach Maßgabe der mitgeteilten anatomischen Verhältnisse zu der eigenartigen Bildung, die im übrigen bei den einzelnen Individuen den verschiedensten Grad der Ausbildung erlangen kann.

Auf der anderen Seite lassen sich gewisse Einflüsse der inneren Komponente auf die Ausbildung der Epidermis ganz allgemein verfolgen. Die kutinisierte Außenwand der Stammepidermis ist oft beim Mischling bedeutend dünner. Das gleiche beobachtete ich am Blattstiel, wo sie sogar hinter der beim Goldregen üblichen Dicke zurückbleiben kann. Auf die geringere Ausbildung der Kutikularornamentik des Vexillums ist bereits im speziellen Teile größeres Gewicht gelegt

worden. Nur eine flüchtige Betrachtung kann den Eindruck erwecken, daß der Mischling sich darin „intermediär" verhielte. Die Idendität des Bauplanes der Verzierung bei *L. Adami* und *C. purpureus* zeigt die Irrigkeit solcher Annahme, insbesondere versagt sie gegenüber der Spitze des Vexillums vollständig, denn hier haben beide Eltern auffallend stärkere Verdickungen. Ganz ähnlich liegen die Dinge bei der Beurteilung der Behaarung. Schon MACFARLANE, der noch nicht einmal alle Haarvorkommen berücksichtigte, hatte darauf aufmerksam gemacht, daß stets die Stellen, die beim Goldregen Haare tragen, nicht aber bei *C. purpureus*, auch beim Mischling glatt sind, daß umgekehrt alle Haarvorkommen des *C. purpureus* sich bei ihm wiederfinden, aber in verminderter Zahl. Über die näheren Ursachen dieser Verminderung wissen wir aber ebenso wenig, wie über die geringere Dicke der Kutikularleisten. Sie brauchen keineswegs dieselben zu sein, wie bei äußerlich ähnlichem Verhalten sexueller Bastarde.

Fig. 17. Umrisse der Vexilla. Das innerste von *C. purpureus*, das äußerste von *L. vulgare*, das mittlere von *L. Adami*.

Haben wir die artfremden Gewebe bisher in größter Harmonie, wenn auch in einiger Selbständigkeit ihre nur teilweise durch die Symbiose modifizierte Gestaltung annehmen sehen und dürfen wir wohl, mit Rücksicht auf das nun beinahe 100jährige Alter unseres Mischlings auch ohne weiteres behaupten, daß sie ihren physiologischen Aufgaben im allgemeinen „zur Zufriedenheit beider Teile" gerecht werden, so sehen wir in der Bildung des Periderms zum ersten Male scharfe Disharmonien in die Erscheinung treten. Daß sowohl die *Purpureus*- wie die *Laburnum*-Komponente an der gewohnten Stelle ihre tangentialen Wände zu bilden beginnen, teilweise gleichzeitig, beweist allerdings nur ihre Selbständigkeit. Zudem kann ja der *Purpureus*-Kork, teilweise in völliger Reinheit, den Schutz des her-

anwachsenden Stammes übernehmen. In scharfem Gegensatze zu dieser auf einer lokalen, völligen Harmonie beruhenden, dem Gesamtorganismus zweckdienlichen Reaktion der Epidermis steht aber die Bildung der merkwürdigen Korkdoppelplatten. Hier besteht eine ganz offensichtliche Disharmonie zwischen den artfremden Zellen. Eine Zweckmäßigkeit in der Bildung des inversen *Purpureus*-Periderms zu sehen, ist schlechterdings unmöglich, die äußere Komponente verhält sich vielmehr der inneren wie einem Fremdkörper gegenüber. Daß in innere Gewebe eingeführte Fremdkörper den Organismus zur Bildung von Korkschichten veranlassen, ist ja allgemein bekannt. Desgleichen wissen wir, daß bei ungenügender Verwachsung von Pfropflingen sowohl Reis wie Unterlage Korkschichten bilden. Innere Korkmäntel treten auch gelegentlich als Auskleidung normal entwickelter Höhlen am Pflanzenkörper auf. Die hier und bei zahlreichen anderen Fällen der Bildung sekundärer Phellogene und Kambien beobachteten Tatsachen veranlaßten bekanntlich BERTRAND[1]) zur Aufstellung seiner «Loi des surfaces libres». Sie besagt nicht nur, daß das Auftreten eine «zone génératice» an eine «surface libre» geknüpft ist, sondern bestimmt auch die Richtung der von der «zone génératice» entwickelten Tätigkeit. Das Kambium bildet in der Richtung zur „freien Oberfläche" Phloem, das Phellogen Kork. Wenn nun diese Regel vielleicht nicht den Anspruch auf die Bezeichnung Gesetz machen kann[2]), so lohnt es sich doch, die anomalen Bildungen von ihrem Gesichtspunkte aus zu betrachten. Wir kommen dann zu dem merkwürdigen Resultate, daß für die *Purpureus*-Zellen das artfremde Gewebe an ihrer Innenseite eine «surface libre» ist, die freie Atmosphäre auf ihrer anderen Seite dagegen nicht. Das Paradoxe der Erscheinung, das durch diese Formulierung in helle Beleuchtung gerückt ist, liegt natürlich allein darin begründet, daß die *Purpureus*-Komponente nur eine einzige Zellschicht dick ist. Zu der Annahme, daß der „Fremdkörper" den Anstoß für die inverse Orientierung der Phellogenderivate bildet, sind wir nicht nur berechtigt, sondern gezwungen. Die scharfe lokale Disharmonie, die sich darin kund tut, erscheint um so merkwürdiger, als eine ergiebige Reaktion der *Purpureus*-Komponente natürlich nur dann möglich ist, wenn sie an den benachbarten Stellen, in schönster Eintracht mit dem anderen Symbionten, ihm die erforderlichen Baustoffe

[1]) BERTRAND, Loi des surfaces libres. Compt. rend. Ac. d. Scien. Paris 1884. p. 48.

[2]) Vgl. VÖCHTING, I. Über Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen 1892, p. 145. II. Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen 1908. p. 67.

entnehmen kann. Bei der Beurteilung des inversen Phellogens ist weiter zu bedenken, daß in seinen Anfangsstadien, dem Auftreten der ersten tangentialen Wände, nach den obigen Erörterungen an sich noch nicht eine Disharmonie gesehen werden muß. Ein Gegensatz wird jedenfalls erst sichtbar mit der Verkorkung der inneren Zellen. Ob er in Wirklichkeit schon bei der Bildung der ersten Wände vorhanden ist, oder ob die Inversion erst nachträglich induziert wird, wage ich noch nicht zu entscheiden. In meinen Präparaten fand ich verkorkte Zellen der *Purpureus*-Komponente nur dann, wenn auch die darunterliegenden, subepidermalen mit Chlorzinkjod eine gelbbraune Farbe annahmen und wenigstens eine *Laburnum*-Korkschicht bereits ihre volle Ausbildung erfahren hatte. Dies würde für eine spätere Inversion[1]) sprechen.

Alles in allem genommen, müssen wir die ausgezeichnete Harmonie bewundern, die zwischen den Geweben der beiden in ihrer ganzen Gestaltung so fremd anmutenden Stammpflanzen besteht. Es scheint sich demnach — sit venia verbo! — der Goldregen auch in der fremden Haut ganz wohl zu fühlen. Er behält sie sogar noch viel, stellenweise sogar Jahre länger, als seine eigene, bis schließlich nach voller Ausbildung des eigenen Periderms die fremde Hülle definitiv abgeworfen wird.

Bildung der Rückschläge.

Wir dürfen unsere interessante Pflanze nicht verlassen, ohne wenigstens einen Blick auf die Bildung der Rückschläge[2]) zu werfen. Die Fähigkeit, reine Sprosse und Blütenstände der Stammeltern neben den eigenen zu entwickeln, war ja der Umstand, der schon bald nach der Entstehung des Mischlings in ADAMs Baumschule die Aufmerksamkeit der Gelehrten und Liebhaber erregte, zu der großen Verbreitung der Pflanze beitrug und der biologischen Forschung, besonders der letzten Dezennien, so große Schwierigkeiten machte. Seit langem ist

[1]) Die Frage ist aus Rücksicht auf die Plasmodesmen, die in verkorkten Zellen bekanntlich nicht mehr nachzuweisen sind und vermutlich auch nicht mehr existieren, von einigem Interesse. Es liegt nahe, daran zu denken, daß gerade die Unterbrechung der plasmatischen Verbindung durch die Verkorkung der *Laburnum*-Zellen die Disharmonie bedingt. Vielleicht ließen sich auf ähnliche Weise auch die von VÖCHTING a. a. O. namhaft gemachten Ausnahmen von BERTRANDS Regel erklären und auch sonst das Entstehen einer inneren «surface libre» auf den Verlust von Plasmodesmen zurückführen.

[2]) In folgendem gebe ich nur die wichtigsten Resultate meiner einschlägigen Untersuchungen wieder. Sie sollen später ausführlicher dargestellt werden.

es auch bekannt, daß Rückschläge nicht nur als ganze Zweige, Blätter oder Blüten entstehen, sondern auch innerhalb eines einzelnen Blattes auftreten können. Derartige „flores intermixti" hat besonders BRAUN[1]), ein gemischtes Laubblatt, dessen eine Längshälfte *Adami*, dessen andere dem Goldregen angehörte, zuerst LE JOLIS[2]) beschrieben. Seither ist das Studium der Rückschläge besonders durch NOLL[3]) und BEIJERINCK[4]) gefördert worden. BEIJERINCK hat auch zur Erkennung der Organteile die eingangs geschilderte nekrobiotische Reaktion eingeführt. Ob nun ein Blatt zu *C. purpureus* oder zu *L. Adami* gehört, kann man freilich auch an den Kurztrieben schon meist mit bloßem Auge daran erkennen, daß die Rippen bei *Adami* im durchfallenden Lichte hell erscheinen, bei *C. purpureus* nicht, aus Ursachen, die auf S. 253 erörtert sind. Eine ganz vorzügliche Methode, über die Zugehörigkeit einzelner Gewebepartien zu entscheiden, liefert die $K_2Cr_2O_7$-Reaktion, da in den fraglichen Organen meist alle *Purpureus*-Zellen den Niederschlag zu enthalten pflegen.

Nach den aus den vorliegenden Ausführungen gewonnenen Gesichtspunkten muß man an die Beurteilung von Rückschlägen naturgemäß mit ganz anderen Anschauungen herantreten, als dies von seiten früherer Beobachter geschah. Vor allen Dingen erkennen wir jetzt, daß die Rückschläge zu *L. vulgare* nicht Rückschläge im alten Sinne des Wortes sind, sondern daß es sich lediglich um die Herstellung der eigenen Epidermis der inneren Komponente handelt.

Trotz aller Harmonie des Zusammenwirkens finden sich kleine Anomalien in der Epidermis, z. B. in der Bildung von Spaltöffnungen, wie bereits auf S. 251 angedeutet wurde. Kleine Störungen machen sich auch darin bemerkbar, daß die Epidermis auf *Adami* im Vergleich mit *C. purpureus* eine gewisse Neigung zu kollabieren besitzt. Man findet relativ häufig sowohl an Stengel wie an Blättern, auf Flächen- wie Querschnitten, daß einzelne Zellen oder häufiger kleine Gruppen

---

[1]) A. BRAUN, I. Betrachtung über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851. (Dort auch eine Anzahl Diagramme.) II. Über *Cytisus Adami*. Sitzungsber. d. Ges. der Naturforschenden Freunde Berlin. Gedruckt in Bot. Zeitung 1873, Bd. 31, p. 636 und 664.

[2]) LE JOLIS, Note sur des fleurs anormales de *Cytisus Adami*. Mém. d. l. Société imp. des scienc. nat. de Cherbourg 1858, Bd. VI, p. 157.

[3]) NOLL, a. a. O. 1907.

[4]) BEJERINCK, Über die Entstehung von Knospen und Knospenvarianten bei *Cytisus Adami*. Bot. Zeitung 1901, II. Abt., p. 113. II. Beobachtung über die Entstehung von *Cytisus purpureus* aus *C. Adami*. Berichte der Deutsch. Bot. Ges. 1908, Bd. 26a, p. 137.

zusammengesunken und zerdrückt sind, ohne daß man Grund hätte, an eine gewaltsame Verletzung zu denken. Die darunter liegenden *Laburnum*-Zellen drängen sich dann an ihre Stelle. Bisweilen bleiben die alten Membranen noch erhalten, bisweilen werden sie zerrissen und das freie *Laburnum*-Gewebe tritt zutage. Vollziehen sich diese Prozesse noch in embryonalen Blattanlagen, so kann es zu einem völligen Ersatz der Epidermis und der Bildung von Haaren und Spaltöffnungen in normaler Zahl führen, sind sie etwas älter, so wird im allgemeinen

Fig. 18. Partieller Rückschlag von *L. Adami* zu *L. vulgare*. Blattunterseite. Das umzogene Stück der Mittelfieder besitzt typische Goldregenepidermis. Etwas verkleinert.

von den sich nach außen drängenden Zellen nur ein kleines sich nicht weiter differenzierendes Stück abgeschnitten. Doch wird eine Kutikula gewöhnlich gebildet. Eine derartig regenerierte Epidermis stellt dann eine kleinzellige Mosaik dar, die bei Fixierung mit $K_2Cr_2O_7$ natürlich hell bleibt. Dadurch machen sich auch schon die kleinsten Unregelmäßigkeiten, die sich nur auf wenige Zellen erstrecken, dem bloßen Auge kenntlich. Ich habe auf diesem Wege eine ununterbrochene Reihe von den unbedeutendsten Obliterationen an, bis zu reinen partiellen Rückschlägen von der Größe eines Quadratzentimeters beobachten können. So war an dem in Fig. 18 wiedergegebenen Blatte die Epidermis der Unterseite an der bezeichneten Stelle als typische

Goldregenhaut mit ihren charakteristischen Haaren entwickelt. Die Oberseite an der betreffenden Stelle des Blattes war nicht durchbrochen; an der Oberseite sind Durchbrechungen überhaupt relativ selten. Zwar müssen auch große an der lebenden Pflanze dem bloßen Auge besonders leicht entgehen, weil dort ja das Haarkleid fehlt. Die $K_2Cr_2O_7$-Reaktion läßt aber auch hier nicht im Stiche. Der Grund für die leichtere Durchbrechung der unteren Epidermis kann darin zu suchen sein, daß sie, bei der Entstehung und in der Knospenlage des Blattes bekanntlich die äußere, mechanischen Einwirkungen mehr ausgesetzt ist als die Oberseite. Es könnte dafür aber unter Umständen auch eine Verschiedenheit in den Eigenschaften der Epidermiszellen selbst in Frage kommen, wie sie ja nach den Erörterungen auf S. 269 zu bestehen scheinen.

Der Ersatz der unteren Epidermis eines Blattes kann sogar ganz vollständig werden, während die Oberseite noch eine ganz intakte *Purpureus*-Haut besitzt. Solche Blätter sind auf der ganzen Unterseite behaart und würden zunächst als typische Rückschläge zu *Laburnum* angesehen werden. Nähere Betrachtung zeigt, daß es sich nur um partielle Rückschläge handelt, deren obere Epidermis genau die gleichen Spaltöffnungen und Zellen mit den braunen Gerbstoffällungen aufweist, wie an normalen *Adami*-Blättern. Solche Fiedern und ganze Blätter habe ich am Heidelberger Exemplar mehrfach gefunden. Sie beweisen, daß die bisher in der Literatur beschriebenen Rückschlagblätter keineswegs immer totale Rückschläge gewesen sein müssen. Anderseits hatte ich aber Gelegenheit, wirklich median geteilte Laubblätter, von denen auch die halbe Oberseite zur *Laburnum* gehörte, zu beobachten.

All diese Erscheinungen lassen sich durch entsprechende Vorgänge am Vegetationskegel leicht erklären. Sie mußten auch den Versuch sehr nahelegen, durch künstliche Eingriffe totale und partielle Rückschläge hervorzurufen. Schon BEIJERINCK hat bekanntlich versucht, die Bildung von Rückschlägen künstlich anzuregen. Er tat es durch Rückschneiden und sah dann sich viele schlafende Augen zu *L. vulgare* entwickeln, eine Beobachtung, die ihn zu dem Schlusse brachte, Goldregenrückschläge entstünden wohl in der Regel aus ihnen[1]). Als ich Versuche in dieser Richtung begann, war es bereits Hochsommer und das Wachstum der normalen Sprosse beendet. Ich begnügte mich daher einstweilen damit, bleistift- bis fingerstarke Äste in etwa 25 cm lange Stücke zu teilen, sie zu entblättern und, in Wasser gestellt, zu

[1]) A. a. O. 1908, p. 140.

neuem Austreiben zu veranlassen. Begann die Entwicklung in dem Schwellen der Knospen bemerkbar zu werden, so wurden nach der von PETERS[1]) und neuerdings von KASSNER[2]) geübten Methode mit scharfem Rasiermesser die Vegetationskegel zu spalten gesucht. Es dauerte eine Zeitlang, bis sich die Knospen von dieser Operation erholten. Einige Male entwickelten sie sich dann wirklich zu totalen Rückschlägen weiter. Zwar waren die Bedingungen für ihr Fortkommen an den im Wasser stehenden Stammstückchen sehr ungünstig und so gingen sie mit den übrigen, normalen Trieben nach einigen Wochen zugrunde. Der Beweis für die Entstehung auch aus frischen, jungen Augen war aber erbracht. Den ersten, auf diesem Wege erhaltenen Rückschlag habe ich, nachdem er leider schon einige Blätter verloren hatte, photographiert. Das linke Blättchen, die weiße Knospe in der Mitte und der rechte Blattstielrest gehören ihm an, während die Nachbarknospe sich zu reinem *L. Adami* entwickelt hat. Ihr rechtes Seitenblättchen zeigt übrigens die Spuren des verstümmelnden Messers. Der Schnitt hatte hier, wie in vielen anderen Fällen, den Vegetationskegel nicht glücklich getroffen. Wenn auch die Folgerungen, die BEIJERINCK aus dem häufigen Rückschlagen schlafender Augen zog, nicht richtig sind, so steht die Beobachtung selbst natürlich im besten Einklange mit unserer Auffassung. Finden nämlich in der Natur Verletzungen oder ähnliche Störungen im regelmäßigen Aufbau des Vegetationskegels statt, so können, während der Rekonvaleszent noch mit der Wiederherstellung seines Meristems zu tun hat, die Nachbarknospen schon größer werden, ihm die Nahrungszufuhr entziehen und eine gleichzeitige Weiterentwicklung unmöglich machen. So wird die Rückschlagsinitiale zum schlafenden Auge[3]).

Fig. 19. Totaler Rückschlag zu *L. vulgare*, durch Verletzung einer Adamiknospe künstlich hervorgerufen. Etwas verkleinert.

---

[1]) PETERS, Beiträge zur Kenntnis der Wundheilung bei *Helianthus* usw. Diss. Göttingen 1897.

[2]) KASSNER, Untersuchungen über die Generation der Epidermis. Diss. Berlin 1910.

[3]) Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß das Rückschlagen schlafender Augen stets nur in der geschilderten Weise geschehen müsse.

Rückschläge zu *C. purpureus* sind bei der Konstitution der Pflanze natürlich nur dadurch möglich, daß die Epidermis sich durch Bildung perikliner Wände zu einem mehrschichtigen Gewebe entwickelt. Das Auftreten solcher Wände in der Epidermis überhaupt anzunehmen, hat für die Pflanze, die ja schon normalerweise ihr Phellogen darin anlegt, keine Schwierigkeit. Zudem können bei der inversen Peridermbildung sogar mehrere Schichten parenchymatischer Zellen sich an der Peripherie befinden. Daß auch am Vegetationskegel die Bedingungen zur Bildung perikliner Wände gelegentlich realisiert werden, beweist vor allem die Existenz partieller Rückschläge. Das nebenstehende Blatt, im Heidelberger Garten August 1910 gesammelt, saß an einem sonst mit typischen *Adami*-Blättern ausgestatteten Kurztriebe. Das rechte Blättchen war reines *L. Adami*, das linke nur zur Hälfte. Seine andere Hälfte bildete aber keinen vollständigen Rückschlag zu *C. purpureus*, die Verteilung der Gerbstoffe und sonstige Indizien ließen vielmehr erkennen, daß zwar die beiden äußeren Schichten aus *Purpureus*, die innersten aber aus *L. vulgare* bestanden. Auch das Mittelblättchen war nur zur Hälfte reiner *Purpureus*, zur anderen von dem eben beschriebenen Aufbau. Eine genauere Schilderung der anatomischen Befunde wird später gegeben werden.

Fig. 20.
Partieller Rückschlag zu *Cytisus purpureus*. Erklärung im Text. Nat. Größe.

Das Vorhandensein solcher Blätter ließ die Vermutung aufkommen, es möchte vielleicht, wie bei den *Crataegomespilis*, auch noch eine zweite Chimäre existieren, derart, daß der *Laburnum*-Vegetationskegel von zwei *Purpureus*-Schichten überdeckt sei. Für eine solche Pflanze hatte man etwa den Gesamtwuchs von *Laburnum vulgare* in Verbindung mit der Kleinblättrigkeit des *Purpureus* zu erwarten. Ein eifriges Suchen an den Heidelberger und Leipziger Exemplaren war bisher ohne Erfolg. Daß analoge Formen zwischen anderen Pflanzen vorhanden sind, braucht allerdings noch nicht hier zur Annahme ihrer Existenzmöglichkeit zu zwingen. Der dauernd einheitliche Wuchs einer Periklinalchimäre mit zwei äußeren Schichten ist, wie sich leicht zeigen läßt, an einen ganz bestimmten Modus in der Bildung der Achselknospen gebunden. Es dürfen sich nämlich, wenn anders der neue Vegetationskegel die Komposition des alten beibehalten soll, die zu seiner Bildung führenden, entscheidenden Teilungen erst in der dritten

Schicht von außen vollziehen. Beteiligt sich auch die subepidermale Schicht, und zwar nur mit einer einzigen periklinen Teilung, daran, so muß der daraus entstehende Sproß bereits drei äußere Schichten der Mantelkomponente besitzen und schon bei der nächsten Knospenanlage würde die Kernkomponente vermutlich ganz ausgeschaltet sein. Es ist aber auch möglich, daß bereits die Teilungen der subepidermalen Zone zur Bildung der neuen Knospe vollständig ausreichen und nur ihre Derivate es sind, die sich, umhüllt von der ihrem Wachstum durch antikline Wände folgenden Epidermis, zum neuen Sprosse ausgestalten. Dann ist eine Periklinalchimäre mit zwei äußeren Schichten überhaupt nicht beständig. Alle ihre Seitenzweige zum mindesten würden sofort zu der durch den Mantel repräsentierten Stammform „zurückschlagen" müssen, und vermutlich würde sich auch ein Hauptvegetationskegel, den einmal eine besonders günstige Konstellation der Bedingungen zu einer solchen Struktur verholfen hätte, nur eine Vegetationsperiode hindurch halten können. Diese Überlegungen waren es, die mich im Verein mit dem Mißerfolge beim Suchen einer entsprechenden Kombination von *C. purpureus* und *L. vulgare* veranlaßten, die Teilungen der Schichten bei Anlage der Knospen zu verfolgen. Bin ich auch noch weit davon entfernt, in die Einzelheiten der sich dabei abspielenden Vorgänge einen klaren Einblick zu haben, so kann ich doch für alle drei Pflanzen schon jetzt mit Sicherheit sagen, daß auch die subepidermale Schicht eine perikline Teilung erfährt.

Auch das Studium der Literatur hat mich in der Ansicht, daß eine Chimäre mit zweischichtigem *Purpureus*-Mantel nicht existenzfähig sei, nur bestärkt. Bildungen, die man dafür ansprechen könnte, und die bei der großen Beachtung, der sich *L. Adami* Zeit seines Lebens zu erfreuen hatte, der Forschung sicher nicht entgangen wären, sind meines Wissens nie beschrieben worden. Das einzige Beispiel, das hierher gehört, ist uns durch NOLLs getreuen Bericht erhalten worden[1]).

„Eine . . . bislang noch nicht beobachtete Variante trat im Sommer 1906 im Poppelsdorfer akademischen Versuchsgarten an einem Bäumchen des *L. Adami* auf, das bereits kräftige Rückschlagszweige von *L. vulgare* und *C. purpureus* in der gewohnten Form erzeugt hatte. Hoch oben an einem fast orthotropen *Adami*-Zweige erschien da zur Blütezeit seitlich eine zwar gedrungene, aber reichblütige Traube von *Purpureus*-Blüten. Die Traube war zusammen-

[1]) A. a. O. 1907, p. 2 u. 3 des Separatums.

gesetzt aus 19 völlig reinen, in nicht ganz regelmäßiger Verteilung stehenden *Purpureus*-Blüten, während die *Purpureus*-Infloreszenzen normalerweise 2—4 (1—5) Blüten enthalten. Die jungen Seitensprosse der *Purpureus*-Zweige stellen „Durchwachsungen" dieser kurzen Infloreszenzen dar, während die langen, hängenden Blütentrauben des *L. vulgare* und des *L. Adami* an ihrer Spitze eine sich nicht weiter entwickelnde rudimentäre Laubknospe tragen, die nur bei *Adami* gelegentlich einmal, und ohne dauernden Erfolg, weiter austreibt. Die 19blütige *Purpureus*-Traube stimmte insofern ganz mit den *Purpureus*-Infloreszenzen überein, als auch bei ihr sich die Gipfelknospe zu einem kräftigen Laubtriebe weiter entwickelte .... Die von ihm (im nächsten Jahre) erzeugten, zahlreichen Blüten zeigten in ihrer Anordnung und Zahl keinerlei Abweichung von normalen *Purpureus*-Infloreszenzen ... Das Stück des Sprosses, das die zahlreichen *Purpureus*-Blüten trug, war und ist jetzt, nach zwei Jahren noch, merklich dicker als seine vegetative Fortsetzung. Gegen die kräftige, gedrungene Traube stach seinerzeit der zierliche, schmächtige Laubsproß, in den sie sich fortsetzte, auffällig ab. Auch jetzt, in verholztem Zustande, zeichnet sich, wie erwähnt, der Übergang von dem die Blütenansatznarben tragenden, dickeren Achsenteil zu der nur etwa halb so dicken vegetativen Fortsetzung ziemlich scharf konisch ab."

Wir brauchen wohl nichts dieser sorgfältigen Beschreibung hinzuzufügen, um über die Vorgänge, die sich dort abspielten, im klaren zu sein. Die geschilderte Traube kann nur als ein Trieb mit mehrschichtigem *Purpureus*-Mantel aufgefaßt werden. Daß er sogleich in einen reinen *Purpureus*-Rückschlag überging, beweist die Richtigkeit der obigen Deduktionen.

Interessant ist an Nolls Mitteilung ferner noch die Angabe, daß auch normale *Adami*-Trauben gelegentlich einmal einen kleinen, terminalen Laubschopf bilden. Entweder müssen wir für solche Blätter auch einen mehrschichtigen *Purpureus*-Mantel beanspruchen, oder wir müssen der normalen *Purpureus*-Epidermis bereits die Fähigkeit zuschreiben, die rudimentäre Knospe zur Entwicklung zu bringen. Mir scheint die letzte Annahme die größere Wahrscheinlichkeit zu haben. Schon die gewöhnlichen *Adami*-Trauben lassen nämlich eine gleichsinnige Tendenz erkennen. Während beim Goldregen die Zahl der Blüten meist schon definitiv bestimmt ist, wenn die Traube die Knospenschuppen durchbricht, können noch immer neue Blüten am Mischling angelegt werden, wenn bereits die ältesten Blüten entfaltet, oder gar schon verblüht sind. Dieses Verhalten demonstriert, ebenso

wie die Läppchen des Vexillums und die Peridermbildungen aufs schönste, in welch mannigfacher Weise der glückliche Gedanke der Periklinalchimäre sich auch für Fragen der Entwicklungsmechanik und experimentellen Morphologie fruchtbar erweisen kann.

Der von NOLL beschriebene Fall zeigt ferner die einzige Möglichkeit, die für einen „allmählichen" Übergang des Mischlings in *C. purpureus* in Betracht kommt. Ein solcher ist übrigens nie angenommen worden außer von FUCHS, der ihn auf Grund seiner Untersuchungen behaupten zu können glaubt[1]). Er zieht seine Folgerung aus der Anwesenheit der Steinzellen und der zerdrückten Siebteile (von ihm als Kambiform bezeichnet), die er in den älteren Teilen des *Purpureus*-Rückschlages fand, während sie an den jungen Ästen fehlten. Dies beweist nun keineswegs einen allmählichen Übergang, sondern nur, daß der Bau der alten Zweige des normalen *C. purpureus* dem betreffenden Autor unbekannt ist.

Erscheint nach den obigen Ausführungen die Entdeckung oder Herstellung einer einheitlichen Chimäre mit doppeltem Mantel für unsere Pflanzen ausgeschlossen, so steht der Möglichkeit der Kombination eines *Purpureus*-Kernes mit einer Goldregenepidermis theoretisch nichts im Wege. Wir können uns sogar auf Grund der an *L. Adami* gewonnenen Erfahrung ein Bild von dem vermutlichen Aussehen dieses Gewächses machen[2]).

Aus den obigen Erörterungen erhellt weiter, daß wir überhaupt zwischen zwei Pflanzen im allgemeinen nur höchstens vier einheitlich wachsende Periklinalchimären zu erwarten haben. Ihre Zahl wächst jedoch auf sechs, wenn sich die artfremden Schichten in ihrer Reihenfolge abwechseln, z. B. A-Epidermis, B-subepidermale Schicht, A-Kern oder die umgekehrte Reihenfolge B, A, B[3]).

[1]) A. a. O. p. 1288.

[2]) Wir könnten etwa den Habitus von *C. purpureus*, das Haarkleid von *C. Laburnum* erwarten, Blüten mit gelber Epidermis und diffusen Anthocyan in den äußeren Schichten des Mesophylls, aber ohne Saftmal, usw.

[3]) Solche Periklinalchimären sind zwar noch nicht bekannt. Die einzige Form, die man vergleichen könnte, erwähnt BAUR in: Untersuchungen über die Vererbung von Chromatophoren-Merkmalen bei *Melandrium*, *Antirrhinum* und *Aquilegia*. Diese Zeitschrift 1910, Bd. 4, Heft 2 p. 100, Anm. 1. Es handelt sich um eine Periklinalchimäre zwischen der albikaten und grünen *Pelargonium*-Rasse mit zweischichtigem grünen Mantel und weißem Kerne, in welchem aber noch ein innerer grüner Strang verläuft. Von der Anwesenheit dieses Stranges ist natürlich nichts in den Blättern zu merken. Auch die Seitenäste enthalten ihn nicht. Es handelt sich also nur um ein Analogon zu dem erörterten Fall; denn die BAURsche Pflanze ist ja im oben definierten Sinne eine „unbeständige" Periklinalchimäre.

Ganz kurz soll zum Schluß noch über eine Beobachtung vorläufig berichtet werden, die für die Beurteilung der Beziehungen, die zwischen den artfremden Geweben bestehen, unter Umständen einige Bedeutung gewinnen kann. Mehrfach hatte ich Gelegenheit, auf Querschnitten an Stellen, wo die Epidermis in der auf S. 275 geschilderten Weise in der Ausdehnung einiger Zellen obliteriert war, in der subepidermalen Schicht braune $K_2Cr_2O_7$-Fällungen anzutreffen, aber ganz ausschließlich nur in den Zellen, die unmittelbar an die obliterierten angrenzten (Fig. 21). Für die Deutung kommen wohl nur zwei Möglichkeiten in Frage. Erstens die subepidermale Schicht ist an diesen Stellen ein Derivat der Epidermis; zweitens die zu *L. vulgare* gehörenden Zellen haben plötzlich die Fähigkeit erlangt, Gerbstoffe in hohem Maße zu

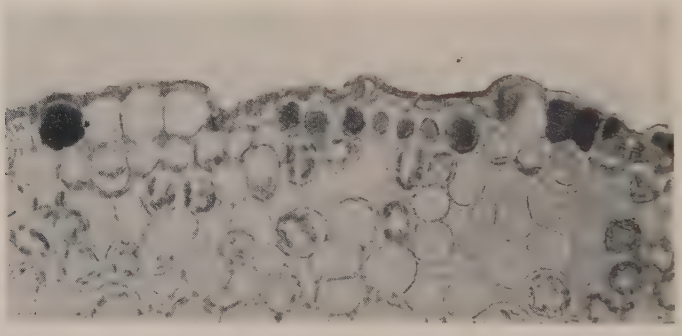


Fig. 21. Querschnitt durch einen Blattstiel von *L. Adami* mit teilweis obliterierter Epidermis; in den darunter befindlichen subepidermalen Zellen $K_2Cr_2O_7$-Niederschläge. (Aus einigen ausgeschnittenen Zellen der unveränderten Epidermis sind die Niederschläge herausgefallen.) Mikrophotogramme. Vergr. ca. 400 : 1.

speichern. Die erste Möglichkeit scheint mir mit Rücksicht auf die scharfe lokale Beschränkung des Niederschlages und die teilweise stark kollenchymatische Verdickung der Zellwände nicht zuzutreffen. Also bleibt nur die andere übrig. Es wäre nun möglich, daß auch *L. vulgare* die Fähigkeit besitzt, unter bestimmten, pathologischen Verhältnissen Gerbstoffe oder andere, mit $K_2Cr_2O_7$ entsprechend fällbare Körper zu bilden. Bisher habe ich nichts dergleichen beobachtet, allerdings auch noch keine systematischen Versuche in dieser Richtung angestellt. Sollte, wie ich vermute, diese Fähigkeit nicht vorliegen, so würde man wohl zunächst an die Überwanderung lebenden Plasmas denken. Der bloße Übertritt der unveränderten Gerbstoffe, etwa durch Diffusion, kann zur Erklärung ja keinesfalls ausreichen, denn es wäre nicht einzusehen, warum ihr Vorkommen dann nur auf die Nachbarzellen

beschränkt sei. Nach meinen bisherigen Beobachtungen scheint mir jedenfalls die genannte Annahme durchaus plausibel, doch möchte ich sie einstweilen nur mit Vorbehalt aussprechen; vielleicht ist in diesen wenigen Zellen die so lange vergeblich gesuchte Mischung zweier artfremder Protoplasten (oder wenigstens einzelner Teile von ihnen) auf außersexuellem Wege verwirklicht. Ich hoffe darüber in absehbarer Zeit Näheres mitteilen zu können[1]).

Schiene demnach unter ganz bestimmten, mit pathologischen Veränderungen verknüpften Bedingungen der Übertritt organisierter Substanz von spezifischem *Purpureus*-Charakter in die *Laburnum*-Zellen möglich, so spricht auf der anderen Seite die Gesamtheit der in den ersten Abschnitten niedergelegten Tatsachen dagegen, daß ähnliche Vorgänge sich auch normalerweise in den *Adami*-Geweben abspielen.

War den Zweifeln an der Richtigkeit der überlieferten Entstehungsgeschichte unserer Pflanze bereits durch NOLLs Ausführungen[2]) ziemlich aller Boden entzogen, so sind wir jetzt durchaus gezwungen, ADAMs schlichten Bericht anzuerkennen und dem unfreiwilligen Schöpfer der interessanten Pflanze endlich Gerechtigkeit werden zu lassen. Ob *C. Adami* einer Adventivknospe, wie man gewöhnlich annimmt, oder einem ausgehöhlten Auge seine Entstehung verdankt[3]), oder ob dabei — wie mir scheinen will — auch noch andere Möglichkeiten in Betracht zu ziehen wären[4]), ist eine Frage untergeordneter Bedeutung.

[1]) Als Ursache für die Erscheinung Turgordifferenzen anzusprechen, woran man vielleicht nach den kürzlichen Ausführungen SCHWEIDLERS denken könnte (Über traumatogene Zellsaft- und Kernübertritte bei *Moricandia arvensis*, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XLVIII 1910, p. 549), erscheint mir bei der geschilderten Sachlage kaum annehmbar.

[2]) NOLL, Die Pfropfbastarde von Bronvaux a. a. O. p. 24 des Separatdruckes.

[3]) Wie BAUR glaubt in: Pfropfbastarde. Biolog. Centralblatt, Bd. XXX (1910), p. 507.

[4]) Daß zwei längshalbierte Vegetationskegel sich — zunächst zu einer Sektorialchimäre — vereinigen könnten, ist zwar theoretisch denkbar, wird aber bei der Hinfälligkeit der zarten Meristeme im allgemeinen in der Praxis eine kaum zu überwindende Klippe finden. (Wenigstens für unsere Objekte; für Hyanzinthen sind aber vergleichbare Fälle bereits beschrieben werden.) Leichter würde sich vermutlich eine ergänzende Aufnahme artfremder Zellen in den Gewebeverband eines nur leicht seitlich verletzten, jungen, wenig differenzierten Meristemes vollziehen können. Daraus würde nun entweder auch eine Sektorialchimäre oder höchstens eine partielle (einseitige, „sektoriale") Periklinalchimäre entstehen. Entsprechend orientierte Seitensprosse müßten aber im letzteren Falle totale Periklinalchimären ergeben und auch im ersten bietet ihre Ausbildung an den auskeilenden Enden des Sektors dem Verständnis keine Schwierigkeit.

Im Prinzip ist seine Entstehung ebensowenig dunkel, wie die der WINKLERschen Pflanzen, wenn sich auch bisher noch nicht die Bedingungen zur Erzeugung von Pfropfmischlingen zwischen *L. vulgare* und *C. purpureus* beliebig herstellen ließen[1]). Ich verspreche mir aus später zu erörternden Gründen den meisten Erfolg aus einer geeigneten Verbindung von Goldregenkurztrieben mit den unterirdischen Organen von *C. purpureus* und habe in diesem Frühjahr solche Pfropfungen in größerem Umfange vorgenommen. Groß ist die Aussicht auf Erfolg, wenn man die fast seit 100 Jahren angestellten, stets vergeblichen Versuche mit diesen Pflanzen bedenkt, keineswegs. Aus naheliegenden Gründen wäre übrigens die Entstehung der inversen Form (*Purpureus*-Kern mit Goldregenepidermis) besonders zu begrüßen.

[1]) Es findet sich allerdings eine in der floristischen Literatur stets zitierte Angabe von WETTSTEIN (Östr. Bot. Zeitung Bd. XLI [1891] p. 128), wonach eine, dem *Cytisus Adami* analoge Form im Botanischen Garten zu Wien existiert, nämlich *L. alpinum* × *C. purpureus*. Leider hat der Autor für seine Vermutung keine Gründe angeführt; auch ist eine spätere einschlägige Publikation, soweit ich sehe, nicht erfolgt. Ob es sich bei dem genannten Exemplare wirklich um eine Kombination von *C. purpureus* mit *L. alpinum* handelt, dürfte u. a. mit Leichtigkeit aus den Rückschlägen zu entnehmen sein.

Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre

Inhaltsverzeichnis von Heft 4 Bd. V.

Abhandlungen Seite

Buder, J. Studien an *Laburnum Adami*. II. Allgemeine anatomische Analyse des Mischlings und seiner Stammpflanzen. Mit 21 Textfiguren . . . . . 209—284

Lodewijks, J. A. Erblichkeitsversuche mit Tabak. II. . . . . 285—323

Sammelreferat

Tischler, G. Neuere Arbeiten über *Oenothera* . . . . . 324—330

Referate

Hornes, R. Das Aussterben der Arten und Gattungen sowie der größeren Gruppen des Tier- und Pflanzenreiches 332

Keeble, F. and Pellow, C. The mode of inheritance of stature and of time of flowering in peas *(Pisum sativum)* 331

Pearl, R. and Surface, F. M. Experiments in breeding sweet corn . 332

Shull, G. H. A pure-line method in corn breeding 331

Die »Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre« erscheint in zwanglosen Heften, von denen vier bis fünf einen Band von 25 Druckbogen bilden. Der Preis des Bandes beträgt 20 Mark.

Manuskripte, zur Besprechung bestimmte Bücher und Separata, sowie alle auf die **Redaktion** bezüglichen Anfragen und Mitteilungen sind an **Prof. Dr. E. Baur, Friedrichshagen bei Berlin,** zu senden; alle geschäftlichen Mitteilungen an die **Verlagsbuchhandlung Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a.**

Die Mitarbeiter erhalten für Originalabhandlungen und Kleinere Mitteilungen ein Bogenhonorar von 32 Mk., für Referate 48 Mk., für Literaturlisten 64 Mk.

Die Abhandlungen und Kleineren Mitteilungen können in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache verfaßt sein. Referiert wird im wesentlichen in deutscher Sprache.

Von den Abhandlungen und Kleineren Mitteilungen werden den Autoren 50 Separata ohne besonderen Titel auf dem Umschlag gratis geliefert. Werden weitere Sonderabzüge gewünscht, so ist die Anzahl rechtzeitig, spätestens bei Rücksendung der ersten Korrektur, zu bestellen. Die über 50 Exemplare hinaus gewünschte Anzahl der Separata wird mit 15 Pfg. für jeden Druckbogen berechnet. Ein besonderer Titel auf dem Umschlag verursacht 4 Mk. 50 Pfg. Extrakosten. Etwa gewünschte Änderungen der Paginierung werden besonders in Ansatz gebracht. Bei mehr als 50 Separata gelangt stets ohne besonderen Auftrag ein Extra-Umschlag mit besonderem Titel zur Verwendung.